はじめに

本講座は，高1，2年生で初めて生物を学ぶ人に向けたものになります。全40講の講座を通して，生物の全単元について，必ず身につけておいてほしい基本的な知識や基礎問題の解き方を学んでいってもらいます。
初めて生物を勉強する人にとっては，生物は暗記事項が多く，最初は苦しい思いをするかもしれません。どのようなことでも学び始めは，難しく感じるものです。それでも，高1，2年生のこの時点でしっかりと下地を作っておくことは，きっとその後の飛躍を助けてくれます。

生物という科目を学ぶ上で心掛けておいてほしいことは，“基礎的な用語，形の理解を疎かにしない”ということです。言葉を知らなくては，現象を理解し記述することはできません。形を知らなくては働きを理解することもできません。闇雲に言葉を覚えなくてはならない時間もありますが，そこを避けようとしてしまうとどこかで伸び悩んでしまうことになります。まずは“聞いたことがある”くらいでも構いません。新しい分野の世界観を作っていくのには時間がかかります。その生みの苦しみから眼を背けないようにしてください。

生物は学んだ分だけしっかりと伸びてくれる科目でもあります。これからの努力はきっと君たちの力になってくれます。一緒に頑張っていきましょう！

牧島　央武

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

目次

第１章　細胞と分子

第１講　細胞の構造と機能 ―― P.4
第２講　タンパク質，酵素 ―― P.12
第３講　補酵素，酵素反応速度 ―― P.20
第４講　細胞膜，細胞接着，細胞骨格 ―― P.26
第５講　さまざまなタンパク質 ―― P.32

第２章　代謝とエネルギー

第６講　呼吸① ―― P.40
第７講　呼吸② ―― P.46
第８講　光合成① ―― P.54
第９講　光合成② ―― P.60
第10講　窒素同化 ―― P.68

第３章　遺伝子の働き

第11講　ＤＮＡと遺伝子，複製 ―― P.74
第12講　遺伝情報の分配 ―― P.82
第13講　遺伝子の発現 ―― P.88
第14講　遺伝子発現の調節 ―― P.96
第15講　変異 ―― P.102
第16講　バイオテクノロジー① ―― P.110
第17講　バイオテクノロジー② ―― P.118

第４章　生殖と発生

第18講　減数分裂と遺伝情報の分配 ―― P.126
第19講　独立と連鎖 ―― P.134
第20講　動物の配偶子形成 ―― P.142

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

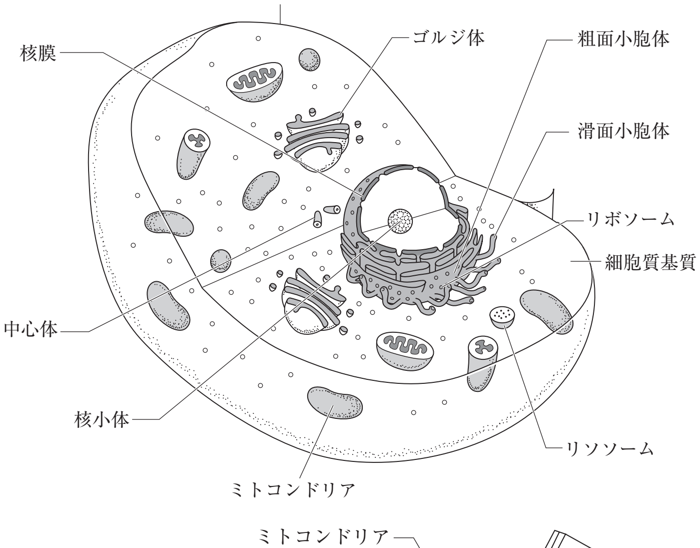
第１章　　細胞と分子

第１講　細胞の構造と機能

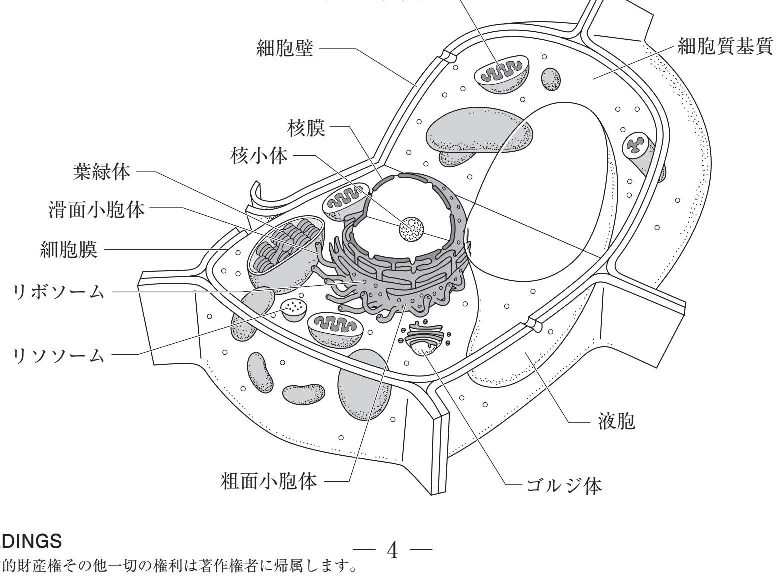
■細胞の構成

細胞
- 原形質
  - 核
  - 細胞質
    - 細胞膜
    - 細胞質基質
    - 細胞小器官
- 原形質の活動で発達する構造　　ex　細胞壁

〈動物細胞〉



〈植物細胞〉



ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■細胞を構成する要素（細胞小器官）

名称	特徴・機能
核	真核細胞内に通常1つ存在する。内部にDNAとタンパク質からできた染色体があり，その遺伝情報に従って細胞の形や働きを決定している。
ミトコンドリア	すべての真核細胞に存在する。酸素をつかった呼吸によって有機物を分解し，エネルギーを取り出す働きをおこなっている。
葉緑体	植物の細胞に存在する。光合成によって光エネルギーを用いて二酸化炭素から有機物を合成している。

細胞膜	すべての細胞がもつ。細胞の外側を包む膜構造であり，リン脂質とタンパク質からなる。この膜を介して物質のやり取りが行われている。
小胞体	すべての真核細胞に存在する。細胞内の物質輸送に関わる。表面にリボソームが付着した粗面小胞体と，リボソームのない滑面小胞体がある。
ゴルジ体	すべての真核細胞，とくに動物の腺細胞で発達している。細胞外への物質の分泌に関わる。
リソソーム	細胞内消化に関わる。内部に加水分解酵素を含む。
液胞	成長した植物細胞で発達している。内部には糖や無機塩類，アントシアンなどの色素を含んだ細胞液が入っている。

リボソーム	すべての細胞がもつ。RNAとタンパク質からなり，タンパク質合成の場となる。
中心体	動物細胞で発達している。細胞分裂時の紡錘体，べん毛やせん毛の形成に関与している。
細胞質基質	すべての細胞がもつ。細胞小器官の間の流動性のある基質部分であり，さまざまな化学反応が進む場となる。
細胞壁	原核生物や植物，菌類の細胞がもつ。細胞の最外層を覆い，細胞を保護し形を維持している。植物細胞ではセルロースが主成分となる。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■顕微鏡

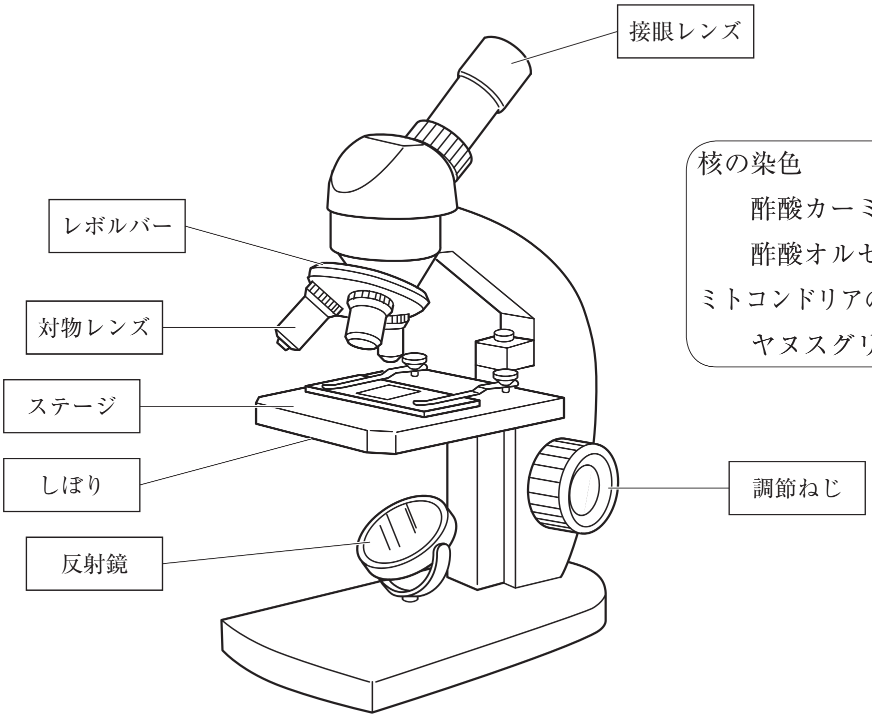
◆長さの単位　1m ⟶ 1mm ⟶ 1 μm ⟶ 1nm

◆分解能　…　離れた２点を２点として認識できる最小の距離

肉眼	光学顕微鏡	電子顕微鏡
0.1 mm	0.2 μm	0.2 nm

◆観察の手順

固定 …生命活動を速やかに停止させ，構造の変性・変質を防ぐ。
解離 …細胞間の結合を緩め，細胞をばらばらにしやすくする。
染色 …観察対象に応じて，固有の色素で染色，顕微鏡による観察を容易にする。
押潰し …構造を単層化し，顕微鏡による観察を容易にする。



核の染色
　酢酸カーミン
　酢酸オルセイン
ミトコンドリアの染色
　ヤヌスグリーン

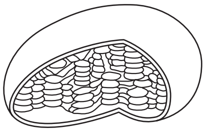
©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第１講　演習問題

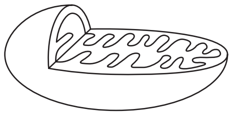
A

次の図(1)～(5)は，細胞小器官を模式的に示したものである。以下の設問（問１～問３）に答えよ。

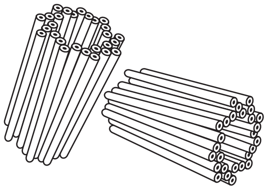
(1)



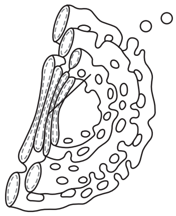
(2)



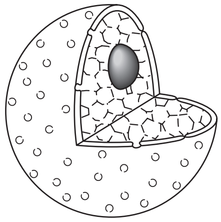
(3)



(4)



(5)



問１　次のア～オは，細胞小器官の機能や特徴を記したものである。図(1)～(5)のそれぞれに対応する文章を1つずつ選び，記号で答えよ。

ア．水と二酸化炭素から有機物を合成する。

イ．オルセインやカーミンで最もよく染色される。

ウ．細胞内で合成した物質の分泌にはたらく。

エ．細胞分裂時に紡錘体形成の起点となる。

オ．内部にクリステやマトリックスとよばれる構造がある。

問２　図(1)～(5)のうち，原核細胞に含まれるものはどれか，すべて選び，番号で答えよ。ただし，該当するものが無いときは，「無し」と答えよ。

問３　図(1)～(5)のうち，DNAを含むものはどれか，すべて選び，番号で答えよ。ただし，該当するものが無いときは，「無し」と答えよ。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

B

光学顕微鏡の扱いかたに関する次の文章を読み，問(1)～問(4)に答えなさい。

光学顕微鏡は可視光線を用いる顕微鏡で，その構成は，通常，鏡台とアーム，反射鏡，しぼり板，［(ア)］，［(イ)］，鏡筒，照準装置（粗動・微動ねじ）および対物レンズと接眼レンズからなる。その持ち運びは両手でしっかり持って移動し，①直射日光の当たらない明るい場所に置く。レンズの取り付けは，②接眼レンズ，対物レンズの順で取り付ける。まず低倍率の対物レンズを選択し，接眼レンズをのぞきながら反射鏡を動かし，明るさが均一になるようにする。次にプレパラートを［(ア)］の上に置き，観察対象物が対物レンズの真下になるように固定する。顕微鏡を横から見ながら，粗動ねじを動かし［(ウ)］レンズの先端とプレパラートを近づける。［(エ)］レンズをのぞきながら，［(オ)］レンズをプレパラートから離れる方向に，粗動ねじをまわしてピントを合わせる。ピントが合ったらプレパラートを動かして観察しやすい像を探す。必要に応じ，［(イ)］を回転させ高倍率の［(カ)］レンズに変えて，しぼりで［(キ)］を調節し，微動ねじでピントを調節しつつ観察する。なお，観察対象物の大きさの測定は，接眼ミクロメーターと１mmを［(ク)］等分した目盛りがついた対物ミクロメーターを用い，接眼ミクロメーターの１目盛りの長さを計算して行う。

問(1)　上の文章中の空欄［(ア)］～［(ク)］に適当な語句または数字を答えなさい。

問(2)　下線部①，②は顕微鏡の取り扱いで重要な注意事項である。それぞれ，なぜ重要な注意事項なのか理由を答えなさい。

問(3)　顕微鏡で観察中，ある微生物が視野の右上に見えた。これを視野の中央に移動させるにはプレパラートをどの方向に動かせばよいか答えなさい。

問(4)　ある微生物の長さを測定するため，10倍の接眼レンズと40倍の対物レンズを用いた。その倍率では対物ミクロメーターの8目盛りが接眼ミクロメーターの5目盛りと一致した。ある微生物の長さが接眼ミクロメーターで12目盛りであるとき，その長さを計算式を示して答えなさい。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第1講　確認テスト

細胞の構造と機能および観察法について，問1，2に答えよ。

問1　顕微鏡の接眼レンズの中に，接眼ミクロメーターを入れてセットし，顕微鏡のステージに対物ミクロメーターを置いて焦点を合わせると，図1のように見えた。対物ミクロメーターの1目盛りは10μmである。この時，接眼ミクロメーターの1目盛りの長さは(　ア　)μmと計算される。次に，対物ミクロメーターを取り外して試料をセットし，倍率を変えないで観察すると図2のように見えた。この試料の長さは(　イ　)μmと計算される。

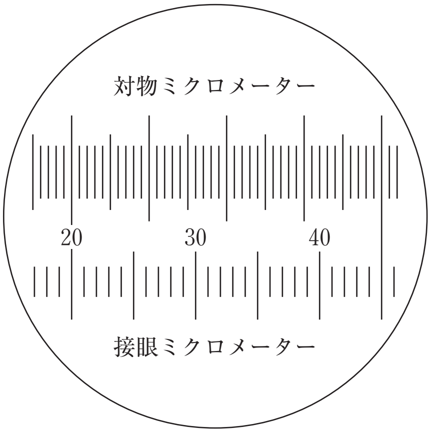


図1

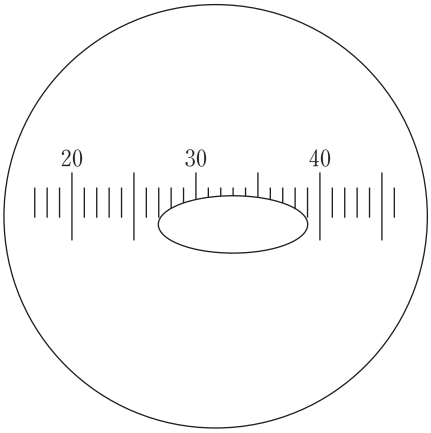


図2

(1)　(　ア　)はいくらか。

a　2　　b　8　　c　16　　d　25　　e　40

(2)　(　イ　)はいくらか。

a　12　　b　30　　c　96　　d　192　　e　1200

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問２　細胞は，それぞれのはたらきに応じて大きさや形が異なっているが，生命の基本単位として多くの共通の構造をもっている。

次の(ア)〜(カ)のはたらきや性質をもつ構造として，正しい組合せはどれか。

(1)

(ア)　酸素を使った呼吸に関連した酵素を含み，エネルギー生産の場である。

(イ)　細胞内のタンパク質の運搬に関与する。

	(ア)	(イ)
a	葉緑体	小胞体
b	中心体	液　胞
c	中心体	ミトコンドリア
d	ミトコンドリア	小胞体
e	ミトコンドリア	葉緑体

(2)

(ウ)　物質の貯蔵や分泌に関係している。

(エ)　光エネルギーを用いて，炭水化物を合成している。

	(ウ)	(エ)
a	核	葉緑体
b	中心体	ミトコンドリア
c	細胞壁	液　胞
d	葉緑体	細胞質
e	ゴルジ体	葉緑体

(3)

(オ)　動物の細胞分裂の際，重要なはたらきをする。

(カ)　物質の出入りを調節し，半透性を示す。

	(オ)	(カ)
a	核	ゴルジ体
b	核	細胞壁
c	中心体	細胞膜
d	ミトコンドリア	細胞膜
e	ミトコンドリア	細胞壁

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

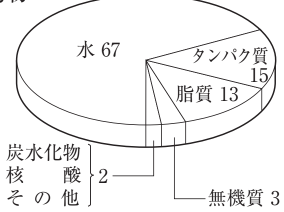
＜Note＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

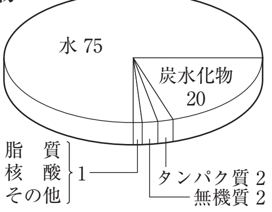
第2講　タンパク質，酵素

■生物を構成する物質

動物

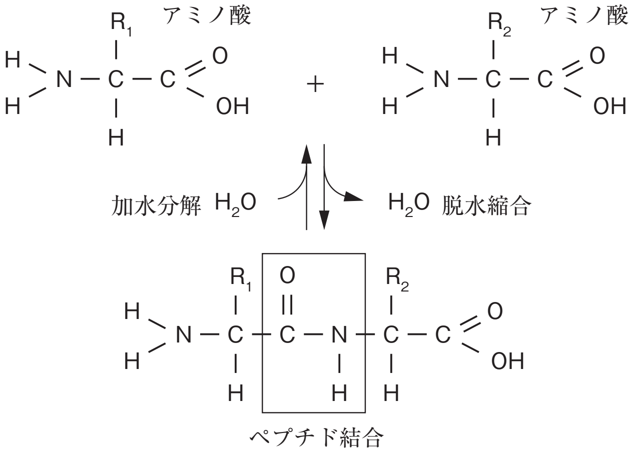


植物



■タンパク質 … 生物を構成する代表的な物質

アミノ酸が結合したポリペプチドからできている。



・Rは側鎖と呼ばれ，生物を構成するタンパク質に含まれるアミノ酸は20種類ある。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

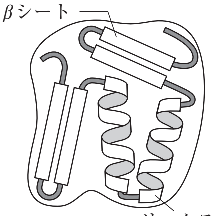
■タンパク質の多次構造　…　ポリペプチド鎖が複雑に折りたたまれることで，タンパク質となる。

・一次構造　　…ポリペプチド鎖におけるアミノ酸配列

・二次構造　　…ポリペプチド鎖のアミノ酸間の水素結合によってなされる部分的な典型構造

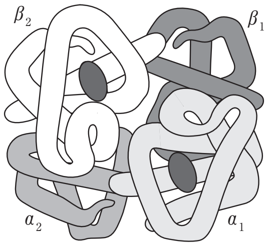
　ex　αヘリックス(らせん)構造　　　βシート(平面)構造

・三次構造　　…二次構造がさらに複雑に組み合わさることで出来る，各ポリペプチド鎖に固有の全体的な立体構造



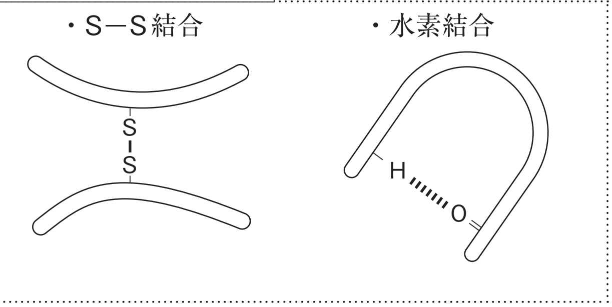
・四次構造　　…複数の三次構造体(ポリペプチド鎖)の複合による構造

　ex ヘモグロビン



4つのサブユニット
($\alpha_1\alpha_2\beta_1\beta_2$からなる。)

立体構造を形成する力



・タンパク質は，その立体構造に応じたさまざまな働きを持つ。

　酵素　　　…　アミラーゼ，ペプシン

　ホルモン　…　インスリン，成長ホルモン

　輸送　　　…　ヘモグロビン，ナトリウムポンプ

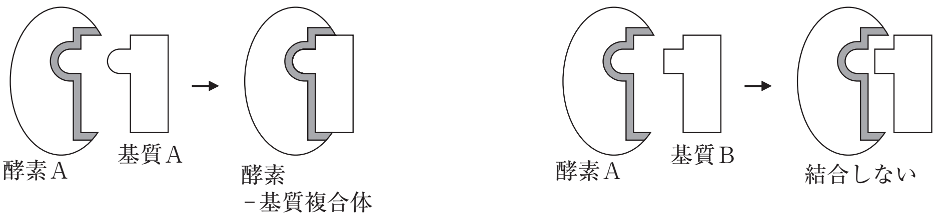
ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

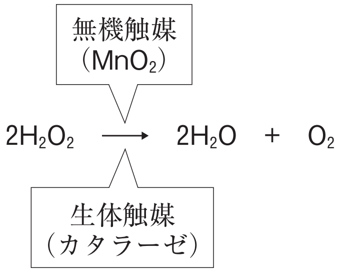
■酵素　…　触媒作用をもつタンパク質。生体内ででの化学反応を調整する。

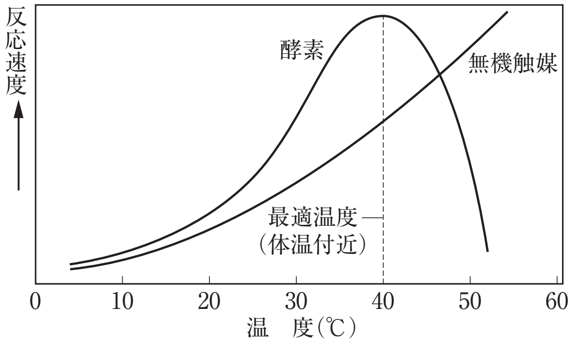
◆基質特異性

…　酵素は特定の基質にのみ反応性を示す。

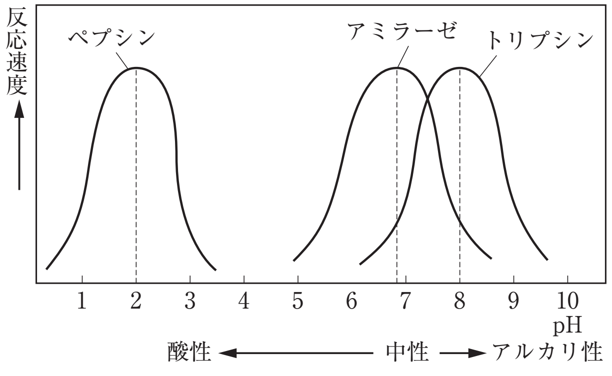


◆最適温度　…　酵素には高活性を示す最適な温度がある。





◆最適pH　…　酵素には高活性を示す最適なpHがある。



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第2講　演習問題

A　タンパク質の性質に関する以下の問に答えよ。

タンパク質はアミノ酸が連結されたものであり，アミノ酸の並び順，数および化学的性質の違いにより(a)タンパク質の立体構造と機能が決まる。アミノ酸は炭素原子に，窒素原子を含む［ 1 ］基，酸素原子を含む［ 2 ］基，［ 3 ］原子，および［ 3 ］原子や(b)炭素化合物でできた側鎖が結合している。アミノ酸同士は一方のアミノ酸の［ 2 ］基と他方のアミノ酸の［ 1 ］基から［ 4 ］1分子がとれて結合し，ペプチドやタンパク質を形成する。

問1　Aの文中の空欄に下の選択肢の中から最も適切なものを選択せよ。

①　水素　②　窒素　③　酸素　④　カルボキシル(カルボキシ)
⑤　水　⑥　炭素　⑦　アミノ　⑧　疎水　⑨　二酸化炭素
⓪　親水

問2　Aの文中の下線部(a)のタンパク質の構造のうち，以下の3つの説明文にあてはまる最も適切な構造を，下の選択肢の中から選択せよ。

●らせん状のαヘリックス構造や平行なジグザグ構造のことを指す。

●どのアミノ酸がどんな順序で並んでいるかということを指す。

●複数のポリペプチド鎖が組み合わさってできる構造のことを指す。

①　一次構造　②　二次構造　③　三次構造　④　四次構造

問3　Aの文中の下線部(b)の側鎖に関して，側鎖に硫黄を含むアミノ酸はどれか。下の選択肢の中から最も適切なものを選択せよ。

①　グルタミン酸　②　システイン　③　ロイシン
④　フェニルアラニン　⑤　セリン

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

B 酵素のはたらきに関する以下の問に答えよ。

生体内では数多くの化学反応が行われており，そのほとんどが酵素の［ 1 ］作用により進行している。このため酵素は生体［ 1 ］ともよばれる。酵素が作用する相手の物質を［ 2 ］という。アミラーゼは［ 3 ］に作用して［ 4 ］やグルコースに分解する。またペプシンは［ 5 ］に作用してペプトンに分解する。しかしアミラーゼは［ 5 ］には作用しないし，ペプシンは［ 3 ］には作用しない。このように，酵素は特定の［ 2 ］のみに作用する性質をもつ。

動物細胞に存在する多くの酵素では，(a)<u>最もよくはたらく温度</u>は［ 6 ］℃である。ほとんどの酵素では，この温度までは，温度を高くすると酵素反応の速度は［ 7 ］。

問1　Bの文中の空欄［ 1 ］～［ 5 ］に下の選択肢の中から最も適切なものを選択せよ。

①　マルトース　②　脂質　③　生成物　④　タンパク質
⑤　核酸　⑥　分泌　⑦　デンプン　⑧　スクロース
⑨　触媒　⓪　基質

問2　ペプシンは消化酵素であり，細胞外へ分泌されてはたらくが，どの臓器の中へ分泌されるか。下の選択肢の中から最も適切なものを選択せよ。

①　肝臓　②　小腸　③　胃　④　すい臓　⑤　腎臓

問3　ペプシンとは異なり，酵素には細胞内ではたらくものも多い。それらのうち，細胞呼吸に関与する酵素が多く存在する細胞小器官はどれか。植物細胞の細胞小器官を示した下の選択肢の中から最も適切なものを選択せよ

①　液胞　②　葉緑体　③　ゴルジ体　④　核　⑤　ミトコンドリア

問4　Bの文中の空欄［ 6 ］，［ 7 ］に下の選択肢の中から最も適切なものを選択せよ。

①　速くなる　②　45～50　③　25～30　④　遅くなる
⑤　35～40　⑥　変化しない

問5　Bの文中の下線部(a)のことを何とよぶか。下の選択肢の中から最も適切なものを選択せよ。

①　最大温度　②　最高温度　③　最適温度　④　最上温度　⑤　最活温度

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第2講　確認テスト

タンパク質に関する次の文を読み，以下の各問いに答えよ。

タンパク質はアミノ酸から構成される。そのアミノ酸の基本構造は，1個の炭素原子Cに，炭素を含む[1]基と窒素を含む[2]基，水素原子，および側鎖が結合したものである。タンパク質を構成するアミノ酸は20種類あり，それぞれ異なる側鎖をもつ。タンパク質合成のためのアミノ酸の結合はペプチド結合と呼ばれ，1つのアミノ酸の[1]基と，別のアミノ酸の[2]基の間で起こり，このとき[3]分子が除かれる。この結合によりアミノ酸が長く連なったものをポリペプチドという。

ポリペプチドを構成するアミノ酸の種類と配列によって，ポリペプチド内では部分的に[4]結合ができ，(　A　)構造や(　B　)構造をとる。このような，部分的な立体構造を(　C　)構造という。1本のポリペプチドは，これらの(　C　)構造がさらに組み合わされて，より複雑な立体構造をつくる。この構造は(　D　)構造と呼ばれる。タンパク質によっては，複数のポリペプチドが組み合わさって，(　E　)構造をつくるものがある。

問1　前の文中の[1]～[4]に当てはまる最も適切な語を下の解答群から選べ。

〔解答群〕

①　カルボキシ	②　リボース	③　アミノ
④　ペプチド	⑤　カロテノイド	⑥　ミオグロビン
⑦　ヘモグロビン	⑧　グルカゴン	⑨　インスリン
⓪　コルチコイド	ⓐ　水　素	ⓑ　窒　素
ⓒ　酸　素	ⓓ　水	ⓔ　炭　素
ⓕ　腎　臓	ⓖ　すい臓	ⓗ　甲状腺
ⓘ　肝　臓	ⓙ　筋　肉	

問2　前の文中の(　A　)と(　B　)に当てはまる語をその順に並べたものとして最も適切なものを下の解答群から選べ。

〔解答群〕

①　ジグザグ － らせん	②　ジグザグ － 二重らせん
③　ジグザグ － 一次	④　らせん －二重らせん
⑤　二重らせん － ジグザグ	⑥　らせん － 一次
⑦　一次 － 二重らせん	

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問3　前の文中の(　C　)～(　E　)に当てはまる語をその順に並べたものとして最も適切なものを下の解答群から選べ。

〔解答群〕

① 一次 − 二次 − 三次	② 一次 − 二次 − 四次
③ 一次 − 三次 − 二次	④ 一次 − 三次 − 四次
⑤ 一次 − 四次 − 二次	⑥ 二次 − 一次 − 三次
⑦ 二次 − 一次 − 四次	⑧ 二次 − 三次 − 一次
⑨ 二次 − 三次 − 四次	⓪ 二次 − 四次 − 一次
ⓐ 三次 − 一次 − 四次	ⓑ 三次 − 二次 − 一次
ⓒ 三次 − 二次 − 四次	ⓓ 三次 − 四次 − 一次

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

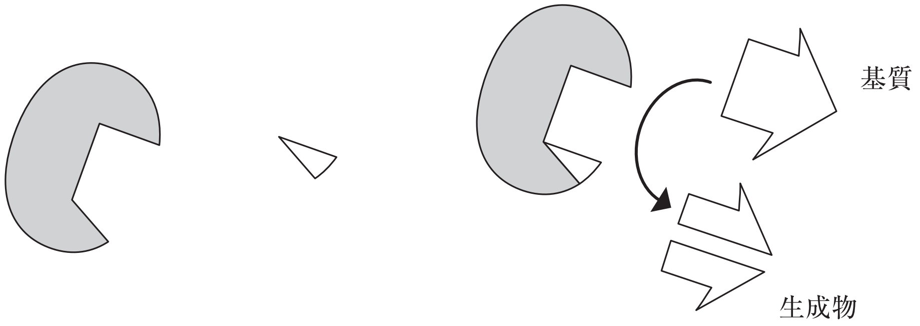
＜Note＞

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第３講　補酵素，酵素反応速度

■補酵素　…　酵素の活性に必須な耐熱性，非ペプチド性の有機低分子物質

タンパク質部分	＋	補助因子 （補酵素）	⟶	酵素活性
巨大分子		低分子		
熱に弱い		熱に強い		



◆透析　…　大きさの違う物質をセロハンなどの半透性の膜を用いて分離する方法

	触媒作用
内液のみ	
外液のみ	
内液＋外液	
加熱内液＋外液	
内液＋加熱外液	

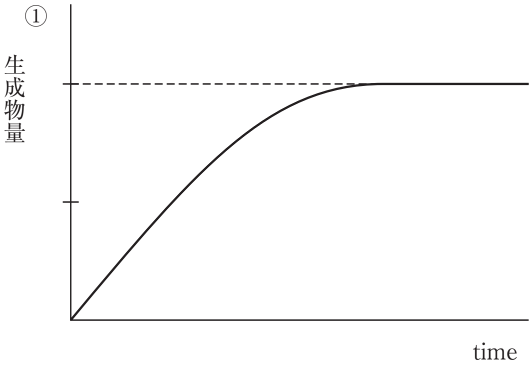
・酵素のなかには，反応に鉄や銅，亜鉛，マグネシウムなどを必要とするものがある。

©RECRUIT HOLDINGS

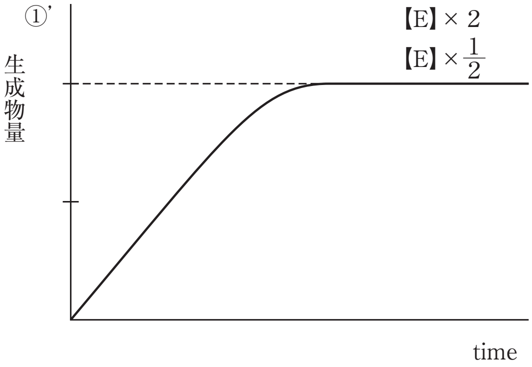
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

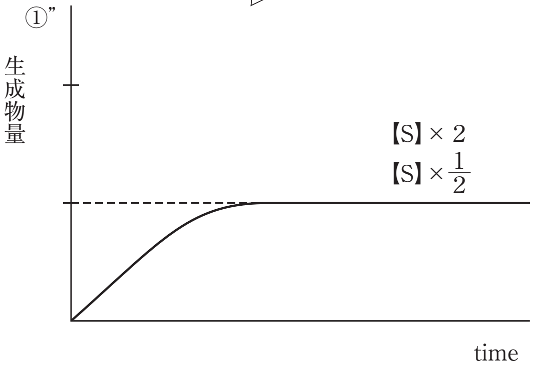
■酵素反応のグラフ

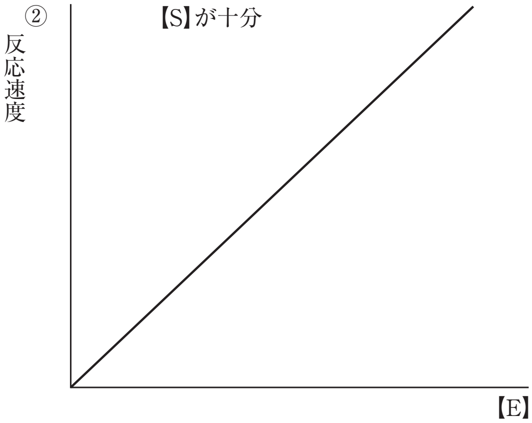
【Ｓ】：基質濃度
【Ｅ】：酵素濃度

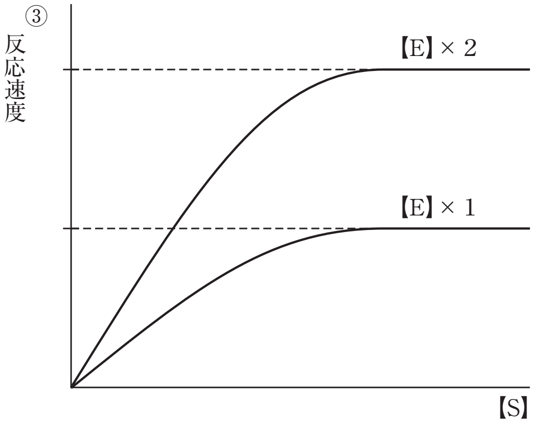


１，最終生成物量
２，分解しきるまでの時間









ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第3講　演習問題

以下の問い(問1～問3)に答えなさい。

問1　次の①～⑤のうち，酵素の性質の説明として正しいものを3つ選び番号で答えなさい。

① 温度が高ければ高いほど，酵素の働きはよくなる。

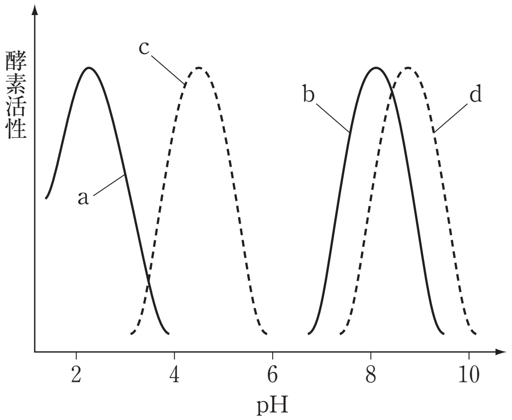
② どの酵素も細胞内で作られて，細胞内だけで働く。

③ 酵素自体は，かかわる反応により消費されない。

④ 葉緑体の中だけで働く酵素がある。

⑤ 酵素の多くは特定の反応の速度を変化させる。

問2　胃の内部は胃液に含まれる塩酸の働きにより強い酸性になっている。腸ではアルカリ性のすい液の働きで弱いアルカリ性となっている。次の図はヒトのいくつかの消化酵素について，pHによって酵素反応の速度が変化することを表したグラフである。これについて，以下の問い1)～2)に答えなさい。



1)　実線aを示す酵素名として正しいものを，次の①～④より選び番号で答えなさい。

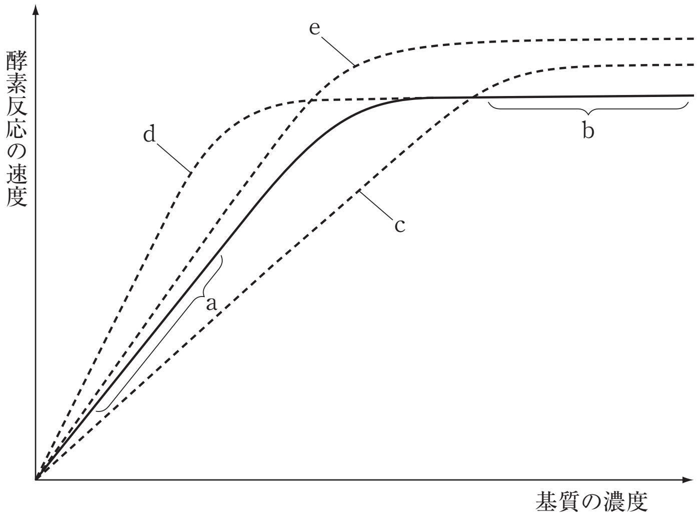
① アミラーゼ　　② ペプシン　　③ マルターゼ　　④ RNAポリメラーゼ

2)　実線bはトリプシンの変化を表したものである。すい液に含まれるリパーゼの反応速度を表したグラフは上図の破線c，dのうちどちらであると考えられるか。記号で答えなさい。また，それはなぜそのように考えられるか，40～60字で説明しなさい。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　酵素が，ある反応の速さを調節するときには，基質が酵素の活性部位に結合し，酵素－基質複合体ができ，反応が起き，生成物が活性部位から離れる。次の図の実線は基質の濃度により酵素反応の速度(単位時間に生成物ができる量)が変化することを表したグラフである。これについて，以下の問い1)～2)に答えなさい。



1)　グラフのa，bの部分ではどのようなことが起きているか，それぞれ次の①～⑤より選び番号で答えなさい。

①　ほぼすべての酵素が，酵素－基質複合体の状態になっていて，基質の濃度を上げるとさらに反応速度が高くなる。

②　ほぼすべての酵素が，酵素－基質複合体の状態になっていて，基質の濃度を上げても反応速度はあまり変わらない。

③　遊離の酵素が多くあり，基質の濃度が上がれば，それにつれて酵素－基質複合体が作られやすくなり，反応速度が高くなる。

④　遊離の酵素は少ないが，基質の濃度が上がれば，それにつれて酵素－基質複合体が作られやすくなり，反応速度が高くなる。

⑤　遊離の酵素が多くあるが，基質の濃度が上がっても，それにつれて酵素－基質複合体が作られやすくなることはなく，反応速度はあまり変わらない。

2)　反応液中の酵素の濃度を少し増やすと，この曲線はどのように変化すると考えられるか。c，d，eの曲線のうちからひとつを選んで，記号で答えなさい。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第３講　確認テスト

酵素反応とその特性に関する次の文章を読んで，各問いに答えなさい。

試験管を４本用意し，以下のような組み合わせでそれぞれ(1)→(2)→(3)の順番に加え，観察した。

	(1)	(2)	(3)
試験管Ａ	3％過酸化水素水　5mL	水　1mL	ブタの肝臓片
試験管Ｂ	3％過酸化水素水　5mL	10％ 塩酸　1mL	ブタの肝臓片
試験管Ｃ	3％過酸化水素水　5mL	水　1mL	酸化マンガン(Ⅳ)
試験管Ｄ	3％過酸化水素水　5mL	10％ 塩酸　1mL	酸化マンガン(Ⅳ)

問１　試験管Ａ～Ｄのうち気体が発生したのはどれか。次の解答群から一つ選びなさい。

①　試験管Ａのみ
②　試験管Ａと試験管Ｂ
③　試験管Ａと試験管Ｃ
④　試験管Ａと試験管Ｄ
⑤　試験管Ａと試験管Ｂと試験管Ｃ
⑥　試験管Ａと試験管Ｂと試験管Ｄ
⑦　試験管Ａと試験管Ｃと試験管Ｄ

問２　発生した気体は何か。次の解答群から一つ選びなさい。

①　窒素　②　酸素　③　水素　④　二酸化炭素
⑤　過酸化水素　⑥　水蒸気

問３　試験管Ａで気体が発生したのは，過酸化水素が肝臓に含まれる物質Ｘによって分解されたためである。物質Ｘは何であるか。次の解答群から選びなさい。

①　酸化マンガン(Ⅳ)　②　ペプシン　③　トリプシン
④　カタラーゼ　⑤　アミラーゼ　⑥　リパーゼ

問４　問１で選択しなかった試験管において，気体が発生しなかった理由を，次の解答群から選びなさい。

①　酸により過酸化水素の性質が変化したため。
②　酸により物質Ｘの性質が変化したため。
③　酸により酸化マンガン(Ⅳ)の性質が変化したため。
④　物質Ｘや酸化マンガン(Ⅳ)は酸に弱いため。
⑤　酸化マンガン(Ⅳ)は過酸化水素を分解することができないため。
⑥　酸化マンガン(Ⅳ)により過酸化水素の性質が変化したため。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問５　しばらくすると試験管Ａで気体が発生しなくなったので，過酸化水素水を追加したところ，再び気体が生じた。その理由として適切なものを，次の解答群から選びなさい。

①　物質Ｘが再び作用したため。

②　物質Ｘが分解されて熱を生じたため。

③　最初の反応で生じた物質Ｘの分解産物が作用したため。

④　一度反応が起こると物質Ｘがなくても反応が進行するため。

⑤　物質Ｘにより過酸化水素が気化したため。

⑥　最初の反応で発生した水が水蒸気となったため。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第４講　細胞膜，細胞接着，細胞骨格

■**細胞膜**　…　細胞を外部と分隔する構造　（厚さ5～10nm）

生命と非生命を区分する境界，細胞内外の物質の移動を調節

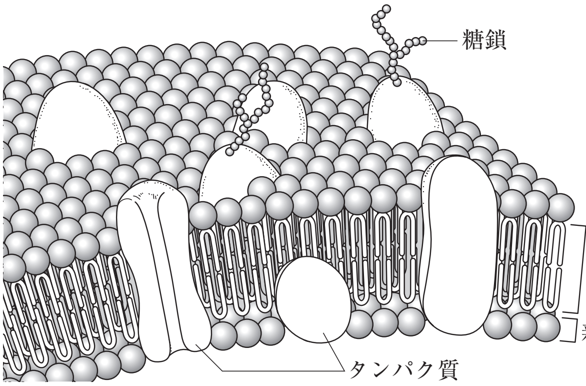
◆**細胞膜の成分**　…　リン脂質　と　タンパク質

◆**細胞膜の構造**

・リン脂質は水中で互いの疎水基を内側に向け合って，“脂質二重層”を構成している。

・タンパク質は脂質二重層に埋没，貫通する形で点在，水平方向に移動可能

⟶　“流動モザイクモデル”



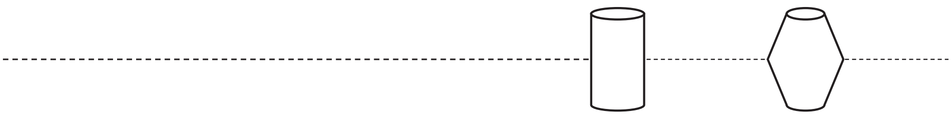
■**膜の機能**

◆**半透性**　…　溶媒は透過させるが，溶質は透過させない性質

ex　生体膜，セロハン膜

◆**選択的透過性**　…　生体膜の物質透過性が物質により異なる性質

膜自体の化学的透過性のほか，膜輸送タンパク質が影響



受動輸送　…　濃度勾配に従った物質輸送，エネルギーを消費しない。

ex　ナトリウムチャネル，アクアポリン

能動輸送　…　濃度勾配に逆らいうる一定方向への物質輸送，エネルギーを消費する。

ex　ナトリウムポンプ

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■細胞接着

…　多細胞生物の細胞は，細胞接着によって他の細胞や細胞外の構造と結合している。

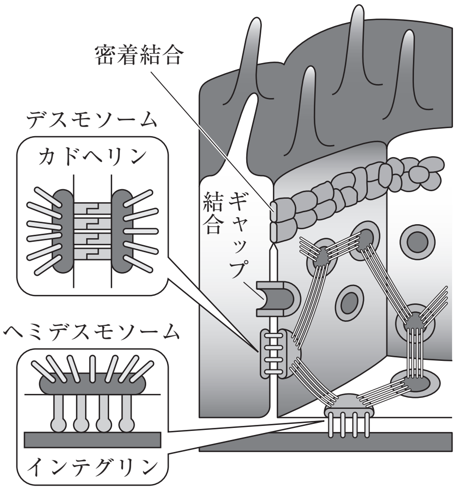
◆密着結合　…　上皮細胞同士を密に結合

◆固定結合

・デスモソーム　…　カドヘリンを介して，隣り合った細胞同士を結合

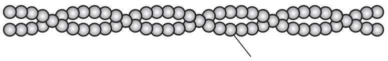
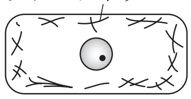
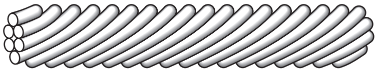
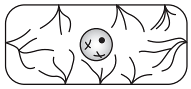
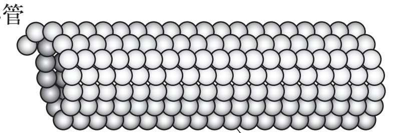
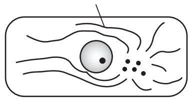
・ヘミデスモソーム　…　インテグリンを介して，細胞外の構造と結合

◆ギャップ結合　…　隣り合う細胞が中空のタンパク質で連絡，小さい分子のやり取りが行われる。



■細胞骨格

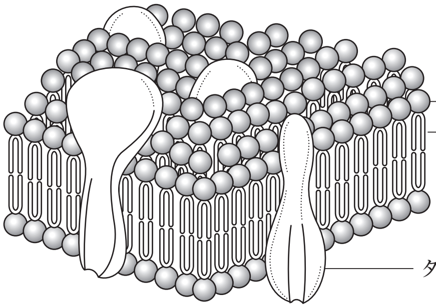
…　真核生物の細胞質基質にあって，細胞の形態や細胞小器官を支持する繊維状の構造。アクチンフィラメント，中間径フィラメント，微小管の三種類がある。

名　称	かかわるはたらき	細胞内の分布の例
アクチンフィラメント  	筋収縮 原形質流動 細胞質分裂 アメーバ運動	 細胞の表面に多い
中間径フィラメント 	細胞の形を保つ 物理的な強度の維持	
微小管  	べん毛や繊毛の運動 細胞小器官の輸送 核分裂	

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第４講　演習問題

Ⅰ　生体膜は，下図のように脂質二重層と，そこに組み込まれたタンパク質からできている。生体膜について問1～4に答えなさい。



問１　以下の文章を読み，文章中の空欄（　ア　）～（　コ　）にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

細胞や大部分の細胞小器官は生体膜によって囲まれている。生体膜は図のように（　ア　）分子が方向性をもち，整然と配列することで二重膜が形成されている。これは水の多い生体内では，（　ア　）分子は球状に描かれている（　イ　）性のリン酸部分を外側に向け，2本の紐状に描かれている（　ウ　）性の脂肪酸部分どうしを内側に向けることで，膜として安定するためである。この脂質二重膜の表面や内部には，さまざまな機能をもったタンパク質が配置されている。

細胞は上記のような性質をもつ細胞膜によって細胞外と隔てられているので，極性の低い物質や，酸素，二酸化炭素などの低分子は，細胞内外での（　エ　）を小さくするように拡散によって脂質二重膜を通過する。それに対し，極性の高い分子である水やアミノ酸，糖，またイオン化した物質は脂質二重膜を通過しにくい。そのため，これらの物質は細胞膜を貫通するタンパク質のはたらきによって輸送される。1)（　エ　）によって水や特定のイオンなどを膜の反対側に輸送するタンパク質を（　オ　）とよぶ。水を通過させる（　オ　）は，（　カ　）とよばれる。これに対し，2)（　キ　）を分解して得られるエネルギーを使って物質を輸送するタンパク質を（　ク　）とよぶ。ヒト赤血球膜に存在するナトリウム（　ク　）は，細胞内外の濃度差に逆らって（　ケ　）を細胞外に排出し，（　コ　）を細胞内に取り込む。

また，脂質二重膜や輸送タンパク質を通過できないタンパク質やセルロースなどの大きな物質は，生体膜でできた小胞に包まれて移動する3)エンドサイトーシス，エキソサイトーシスとよばれるしくみによって輸送される。

問２　生体膜中に配置されたタンパク質は，膜の上や中で固定されておらず，比較的自由に移動していると考えられている。これは何とよばれるモデルか。最も適切な名称を答えなさい。

©RECRUIT HOLDINGS

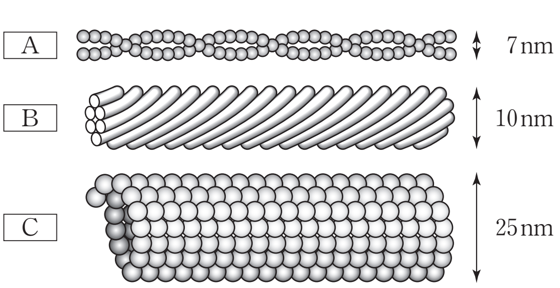
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問3　文章中の下線部1)と2)の輸送は，それぞれ何とよばれるか。最も適切な語句を答えなさい。

問4　文章中の下線部3)のしくみについて，それぞれの説明を30文字以内で書きなさい。ただし，必ず「小胞」の語句を用いなさい。また，「細胞内への取り込み」か，「細胞外への放出」かを明らかにすること。

Ⅱ　次の文章を読み，下の問に答えなさい。

細胞の内部は細胞質基質で満たされ，さまざまな細胞小器官が存在しているが，細胞の形や細胞小器官は，タンパク質でできた繊維状の構造物に支えられている。この構造物を細胞骨格といい，図に示したように，[A]，[B]，[C]の三つに分けられる。[A]はマイクロフィラメントとも呼ばれ，直径7nmほどで細胞骨格のうち最も細い繊維である。[B]は直径10nmほどで，繊維状のタンパク質を束ねた形態をしており，非常に強度がある。[C]は，チューブリンという球状タンパク質が集合してできた直径25nmほどの中空の管で，細胞内の[D]から周囲に向けて放射状に分布している。



問5　文中の[A]～[D]に入る最も適切な用語は何か。

問6　次の(ア)～(ク)の機能に関係する細胞骨格は，[A]，[B]，[C]のどれか。A～Cの記号で答えなさい。

(ア)　細胞や核の形を保つ役割
(イ)　細胞分裂時における染色体の分配
(ウ)　細胞分裂時における細胞質分裂
(エ)　細胞の収縮と伸展
(オ)　原形質流動
(カ)　繊毛やべん毛の運動
(キ)　細胞内の細胞小器官の輸送
(ク)　筋収縮

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第4講　確認テスト

細胞骨格に関する以下の各問い（問1〜4）に答えよ。

問1　⑴アクチンフィラメント，⑵中間径フィラメントの説明として最も適当なものを，次の①〜⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

① 球状タンパク質が重合してできた繊維で，細胞膜や核膜の内側に多い。

② 球状タンパク質が重合してできた繊維で，形成中心から周辺に向けて放射状に存在している。

③ 球状タンパク質が重合してできた繊維で，細胞膜の内側に多い。

④ 繊維状のタンパク質を束ねた繊維のような形態で，細胞質基質や核膜の内側に存在している。

⑤ 繊維状のタンパク質を束ねた繊維のような形態で，形成中心から周辺に向けて放射状に存在している。

⑥ 繊維状のタンパク質を束ねた繊維のような形態で，細胞の表面に多い。

問2　原形質流動に関与するものの組み合わせとして最も適当なものを，次の①〜⑥のうちから一つ選べ。

① 微小管とダイニン

② 微小管とキネシン

③ アクチンフィラメントとミオシン

④ アクチンフィラメントとカドヘリン

⑤ 中間径フィラメントとカドヘリン

⑥ 中間径フィラメントとインテグリン

問3　中間径フィラメントの役割として最も適当なものを，次の①〜⑤のうちから一つ選べ。

① 細胞小器官や細胞内の物質の移動

② 細胞の伸長と伸展

③ 細胞分裂

④ アメーバ運動

⑤ 細胞や核の形状の保持

問4　モータータンパク質が関与しないものはどれか。最も適当なものを，次の①〜⑤のうちから一つ選べ。

① 筋収縮　② 鞭毛の屈曲　③ 神経繊維内での物質輸送

④ アメーバ運動　⑤ 細胞分裂

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

©RECRUIT HOLDINGS

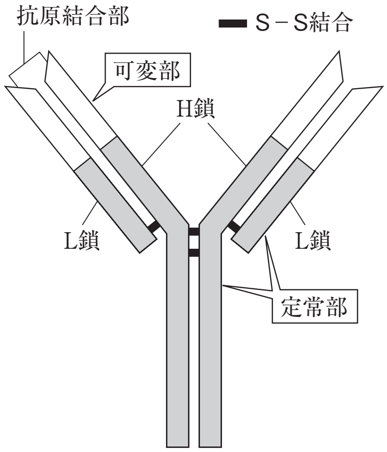
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第５講　さまざまなタンパク質

■免疫にかかわるタンパク質

◆抗体

… 主成分は免疫グロブリン
2本ずつのＨ鎖とＬ鎖からなり，可変部にて抗原と特異的に結合する。



◆白血球の膜タンパク質

TLR（Toll様受容体） … 樹状細胞やマクロファージの細胞膜や細胞内に存在。
多くの病原体の持つ共通成分を認識する。

MHC … 細胞内に存在するタンパク質を表面に提示するタンパク質。多くの細胞では自己抗原を，樹状細胞やマクロファージ，感染細胞などは外来抗原を提示する。

TCR（Ｔ細胞レセプター） … Ｔ細胞はMHC分子上に提示されている抗原をTCRで認識する。

BCR（Ｂ細胞レセプター） … Ｂ細胞の表面には自身の産生する抗体と同じ構造の受容体が存在する。

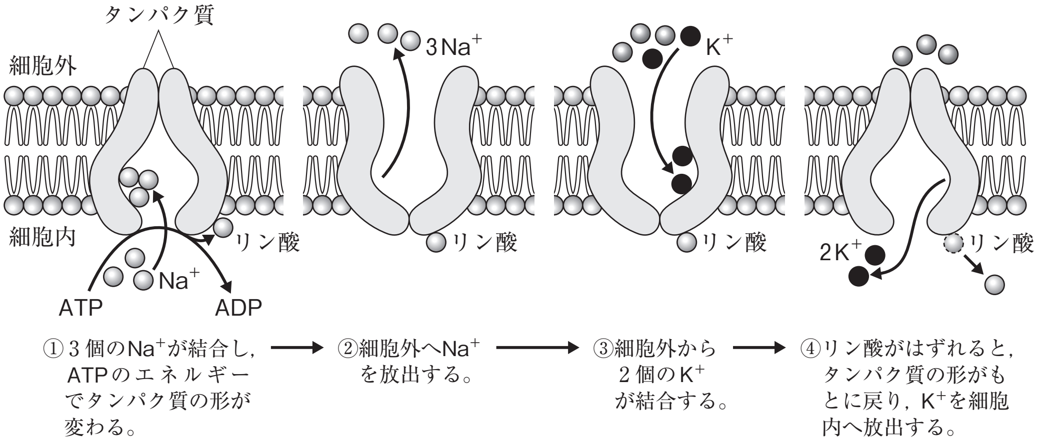
ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■膜輸送にかかわるタンパク質

◆能動輸送に関わるタンパク質

・ナトリウムポンプ（Na^+／K^+ ATPアーゼ）

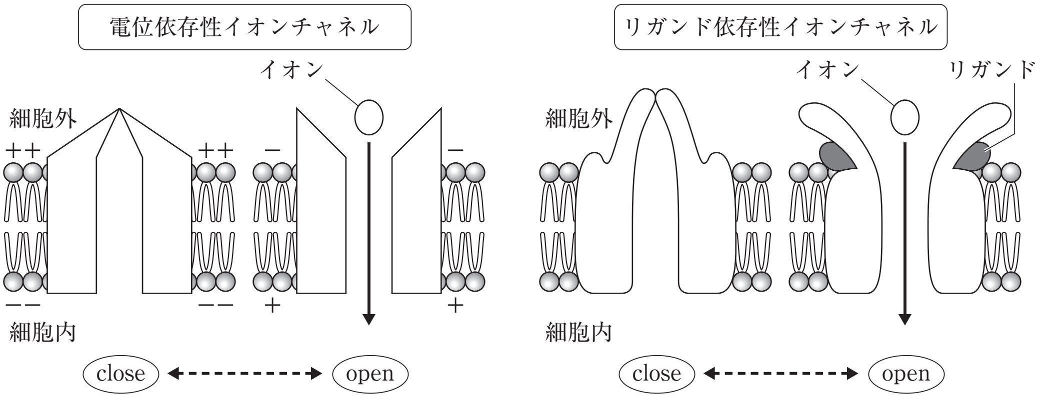
…　ナトリウムポンプはATPのエネルギーを利用して，Na^+を細胞外に，K^+を細胞内に輸送する。



◆受動輸送に関わるタンパク質

・チャネル

…　イオンチャネルは，濃度勾配に従ってそれぞれのイオンを輸送する。



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第5講　演習問題

Ⅰ　輸送タンパク質の機能に関する次の問1と問2に答えなさい。

ヒトの赤血球にはミトコンドリアがないため，ATPは細胞質基質で解糖系によってつくられる。赤血球の細胞膜に見られる能動輸送について次の実験1，2を行い，図1のような結果を得た。

実験1　体内から取り出したヒト赤血球を体液と同じイオン組成の溶液に浮遊させ，4℃で数時間放置すると，赤血球内のK^+濃度は減少した。

実験2　実験1に引きつづき，溶液の温度を37℃に上げ，2時間後その中にグルコースを加えたところ，赤血球内のK^+濃度が増加したが，グルコースのかわりにATPを加えても効果は見られなかった。

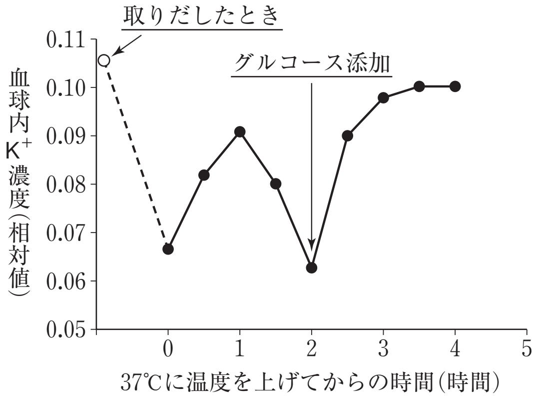


図1　赤血球内のK^+濃度の推移

問1　実験1で4℃に放置したとき，赤血球のK^+濃度が減少した理由として適切なものを，次の①～④の中から選びなさい。

① 低温下では，細胞膜にあるナトリウムポンプがはたらかなくなり，外部からのNa^+の流入が減少し，内部からのK^+の流出が減少したから。

② 低温下では，細胞膜にあるナトリウムポンプがはたらかなくなり，外部からのK^+の流入が減少し，内部からのNa^+の流出が減少したから。

③ 低温下では，細胞膜にあるカルシウムポンプがはたらかなくなり，外部からのK^+の流入が減少し，内部からのNa^+の流出が減少したから。

④ 低温下では，細胞膜にあるカルシウムポンプがはたらかなくなり，外部からのNa^+の流入が減少し，内部からのK^+の流出が減少したから。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問２　実験２で4℃から37℃にしたときに，一時的にK^{+}が増加したが，再び減少した理由として適切なものを，次の①～④の中から選びなさい。

①　37℃になると細胞質内の解糖系によるATP生産が再開され，ナトリウムポンプがはたらくようになったが，時間の経過とともに，グルコースが枯渇し，ナトリウムポンプのはたらきが減少したから。

②　37℃になると呼吸によるATP生産が再開され，ナトリウムポンプがはたらくようになったが，時間の経過とともに，酸素が減少し，ナトリウムポンプのはたらきが減少したから。

③　37℃になると細胞質内のグルコース生産が再開され，ナトリウムポンプがはたらくようになったが，時間の経過とともに，酸素が減少し，カルシウムポンプのはたらきが減少したから。

④　37℃になると細胞質内のグルコース生産が再開され，ナトリウムポンプがはたらくようになったが，時間の経過とともに，カルシウムポンプがはたらくようになるから。

Ⅱ　抗体に関する次の問３～問６に答えなさい。

Ｂ細胞によってつくられる抗体は（　ａ　）というＹ字状をしたタンパク質で，２本のＨ鎖と２本のＬ鎖がＳ－Ｓ結合により連結した４本のポリペプチドからなる（図2）。Ｈ鎖のアミノ酸配列を指定する遺伝子は４つの領域から構成されていて，Ｖ領域，Ｄ領域，Ｊ領域は成熟したＢ細胞ごとに異なるが，残りの部分は共通のアミノ酸配列を指定している。同様に，Ｌ鎖を指定する遺伝子においても，Ｖ領域とＪ領域はＢ細胞ごとに異なるが残りの部分は共通である。その結果，Ｙ字状に開いた側の先端部はアミノ酸配列が変化に富んでいて，（　ｂ　）と呼ばれ，この先端部の立体構造の違いによって，抗体タンパク質は抗原と特異的に結合する。（　ｂ　）より内側（Ｙ字状タンパク質の基部側）の領域は同じアミノ酸配列をもち，（　ｃ　）と呼ばれる。Ｙ字状の抗体には（　ｂ　）が２ヶ所あるため，１分子の抗体は同時に２分子の抗原と結合することができ，抗原が集まって巨大な複合体を形成する。こうした抗原と抗体の複合体形成により病原体は無毒化される。

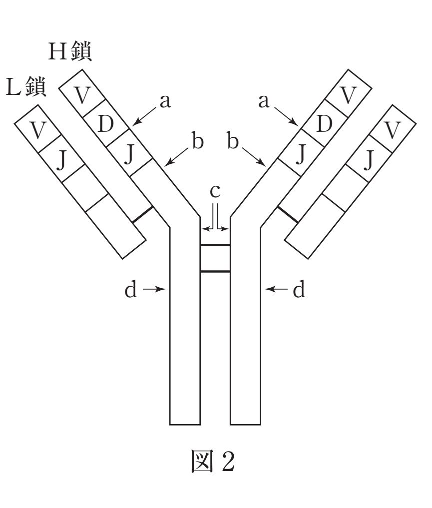


図２

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　文中の空所（　a　）〜（　c　）それぞれにあてはまるもっとも適当な語句をしるせ。

問４　S－S結合を切る薬剤で処理した抗体タンパク質はＬ鎖２本とＨ鎖２本になり，抗原との結合能力が失われた。抗原と結合できなくなった理由を１行でしるせ。

問５　抗体をタンパク質分解酵素であるパパインで消化すると，抗体はＨ鎖の１ヶ所で切断されることがわかった。消化後の抗体は抗原結合能力を保持していたが，同時に２分子の抗原と結合する能力は失われてしまった。パパインが切断すると予想される抗体の位置を，図２中のａ〜ｄから１つ選べ。

問６　抗体をペプシンで消化した場合にも，抗体はＨ鎖の１ヶ所で切断が起こることがわかった。消化後の抗体は抗原結合能力を保持しており，同時に２分子の抗原と結合することもできた。ペプシンが切断すると予想される抗体の位置を，図２中のａ〜ｄから１つ選べ。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第5講　確認テスト

細胞膜の機能に関する文章を読み，次の問1から問3に答えなさい。

動物細胞の細胞膜は核と細胞質を外界から隔てるバリアとしての役割のほかに，細胞内外の物質の出入りの調節を行っている。物質は一般的に濃度の高い方から低い方へ，つまり濃度勾配にしたがって移動する性質があり，この現象を（　ア　）という。しかし，細胞膜を通過できるのは，酸素や二酸化炭素などの非常に小さな分子や疎水性の分子で，その他の物質は細胞膜中にあるタンパク質によって出入りしている。これを（　イ　）といい，それは濃度勾配にもとづく（　ア　）によって起こる（　ウ　）と濃度勾配に逆らって起こる（　エ　）の方法によって行われている。(a)（　ウ　）はチャネルと輸送体（輸送タンパク質），(b)（　エ　）はポンプが担っている。

問1　文中の（　ア　）から（　エ　）に入る語句の組み合わせとして適切なものを，次の①～⑧の中から選びなさい。

	（　ア　）	（　イ　）	（　ウ　）	（　エ　）
①	拡散	能動輸送	受動輸送	選択的透過性
②	選択的透過性	拡散	能動輸送	受動輸送
③	能動輸送	拡散	選択的透過性	受動輸送
④	受動輸送	能動輸送	拡散	選択的透過性
⑤	拡散	選択的透過性	能動輸送	受動輸送
⑥	選択的透過性	能動輸送	受動輸送	拡散
⑦	拡散	選択的透過性	受動輸送	能動輸送
⑧	受動輸送	拡散	能動輸送	選択的透過性

問2　下線部(a)に関する記述として適切なものを，次の①～⑤の中から選びなさい。

①　エネルギー源であるグルコースは細胞内で分解されることが多いので，細胞内外の濃度勾配にしたがい，輸送体によって細胞内に取り入れられている。

②　アクアポリンは水分子とナトリウムやカリウムなどの金属イオン分子を同時に細胞内に取り入れている。

③　輸送体は物質の濃度勾配とは関係なく，物質を細胞内に取り入れている。

④　輸送体に属するアクアポリンはホルモンの刺激を受けて開き，水分子を細胞内に取り入れている。

⑤　ナトリウムチャネルは細胞内に蓄積する高濃度のナトリウムイオンを排出している。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　下線部(b)に関する記述として適切なものを，次の①～⑤の中から選びなさい。

①　アミノ酸ポンプはタンパク質の生成で必要とされるアミノ酸を，濃度勾配を利用して取り入れている。

②　カリウムポンプはカリウムイオンを細胞内に取り入れるために，カルシウムイオンを細胞外に排出している。

③　神経細胞のカリウムポンプは活動電位の発生に必要なカリウムイオンを細胞内に取り入れている。

④　細胞膜のナトリウムポンプは細胞内のナトリウムイオン濃度を一定に保つために，ナトリウムイオンを細胞外へ排出している。

⑤　活動電位が神経細胞末端に到達すると電位変化に依存してナトリウムポンプが作動して，神経伝達物質を放出する。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第2章　代謝とエネルギー

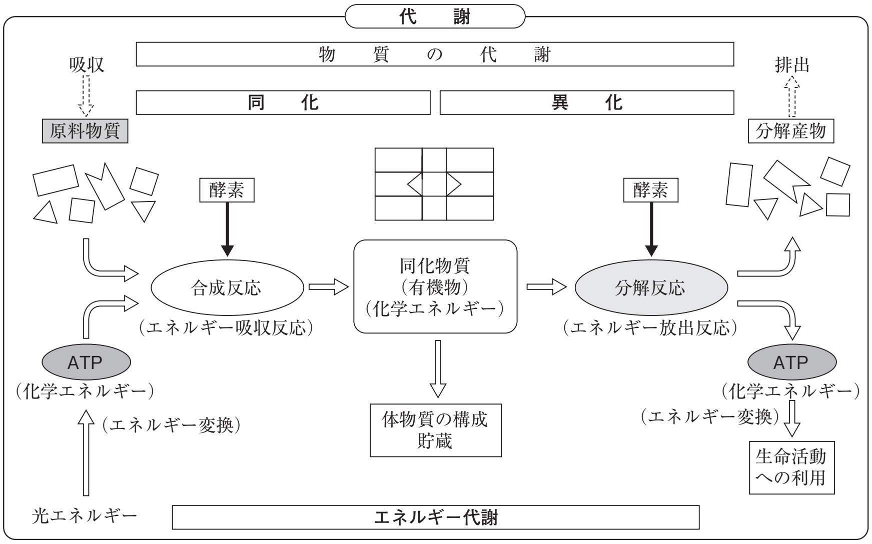
第6講　呼吸①

■代謝とエネルギー代謝

代謝　…　生体内における化学反応全般

異化　…分解反応　　呼吸

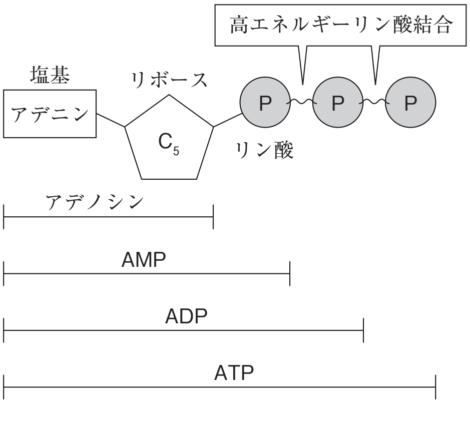
同化　…合成反応　　光合成

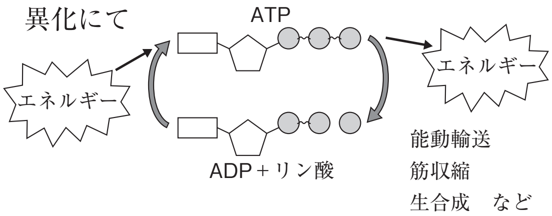


◆ATP(アデノシン3リン酸)　…　エネルギー代謝はATPを仲立ちとして行われる。

・代謝で生じたエネルギーが，リン酸間の化学エネルギーとして保存される。

・ATP　⟶　ADP＋リン酸 に分解される時に，エネルギーを放出，様々な化学反応に利用される。

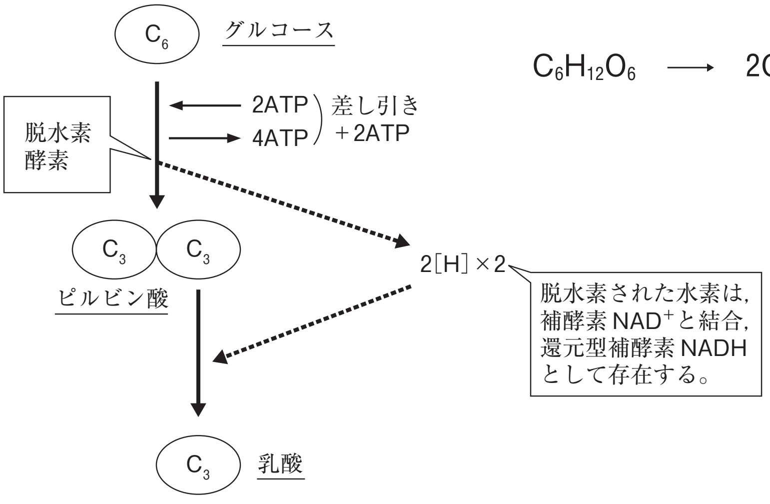




ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

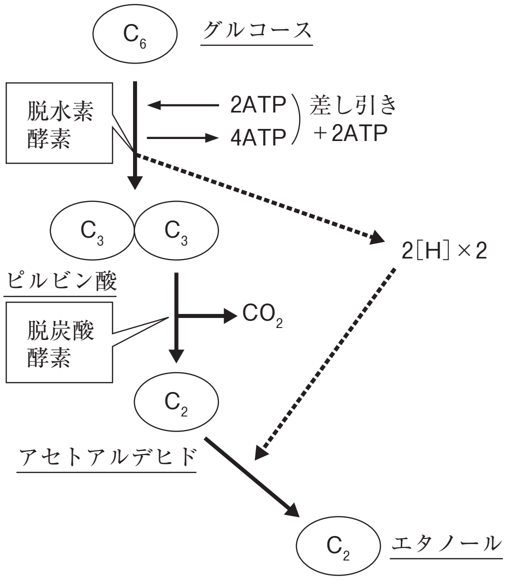
■**発酵**　…　酸素を用いない原始的な異化反応。生成物には有機物が含まれる。

◆**乳酸発酵**



$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_3H_6O_3 + 2ATP$

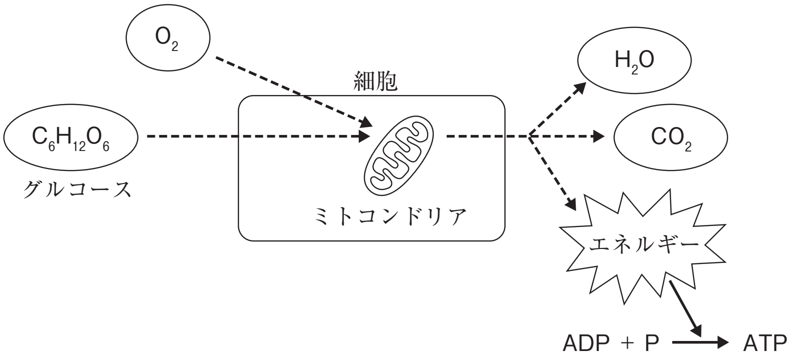
◆**アルコール発酵**



$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + 2ATP$

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

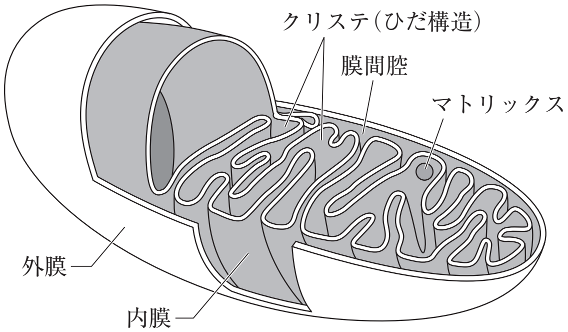
■**呼吸**　…　酸素を用いて有機物を分解し，ATPを合成



$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O \rightarrow 6CO_2 + 12H_2O + 38ATP$$

・解糖系，クエン酸回路，電子伝達系の3つの過程を通じて，有機物が無機物にまで分解される。

◆ミトコンドリア　…　細胞呼吸の場



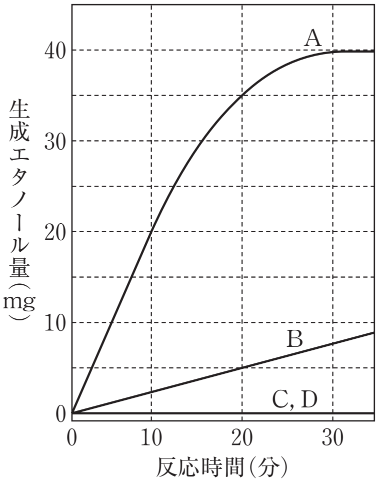
©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第６講　演習問題

次の文章を読み，下の問に答えなさい。

酵母菌をすりつぶしてしぼり汁(溶液A)をつくった。溶液A 10mLをセロハンなどの半透膜の袋に入れ，1Lの水の中にしばらくつるしておき，袋の中の溶液(溶液B)10mLと袋の外側の溶液(溶液C)1Lを回収した。一方，溶液A 10mLを煮沸して溶液D(10mL)を得た。

溶液A～D各1mLにグルコース溶液1mLを添加して37℃で反応させたところ，次図に示すように溶液Aと溶液Bでは時間依存的にエタノールが生成したが，溶液Cと溶液Dではエタノールは全く生成しなかった。ただし，原子量はC＝12，H＝1，O＝16とする。



問１　溶液Bにより生成したエタノールの量が溶液Aよりも少なかったのはなぜか。

問２　溶液Dでエタノールが生成されなかったのはなぜか。

問３　溶液Bでグルコース溶液を添加後，1時間および6時間反応させたときに生成するエタノール量はそれぞれいくらか。

問４　溶液B と溶液D を混ぜてからグルコースを加えると，溶液Bのみの場合よりも生成するエタノール量が増加した。その理由について，簡潔に説明せよ。

問５　500mgのグルコースを含む溶液に，酸素がない条件で溶液Aを混ぜて反応させたところCO_2が132mg生成した。この時に生成したエタノールは何mgか。

問６　問５で溶液中に残ったグルコースは何mgか。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第6講　確認テスト

酵母菌のすりつぶし液をグルコース溶液に混ぜると，アルコール発酵が起こる。酵母すりつぶし液をセロハンの袋に入れて水に浸し，十分な時間待った後，袋の内液と外液に分けた。以下の問に答えなさい。

問1．次の液とグルコース溶液を混ぜたところ，発酵が観察できるものと，発酵が全く起こらないものに分かれた。発酵が観察できるものを選択肢から全て選び，記号で答えなさい。

(a) 非加熱の外液のみ　　(b) 非加熱の内液のみ
(c) 加熱した外液と非加熱の内液　　(d) 加熱した外液と加熱した内液
(e) 非加熱の外液と加熱した内液　　(f) 非加熱の外液と非加熱の内液

問2．外液に含まれる物質の特徴として正しいものを選びなさい。

(a) 熱に弱い　　(b) ビタミン類である場合が多い
(c) 酵素と強く結合している　　(d) 分子量は5千を超えるものが多い

問3．この実験は，酵母すりつぶし液から何かが袋の外へ出たことを示しているが，これはセロハンのどういう性質によるものですか。正しいものを選びなさい。

(a) 相補性　(b) 恒常性　(c) 全透性　(d) 半透性　(e) 特異性

問4．この実験は何の作用を見たものですか。選択肢から選び，記号で答えなさい。

(a) アロステリック効果　　(b) 競争的阻害
(c) 補酵素　　(d) フィードバック
(e) 基質特異性

問5．アルコール発酵が起きたことは気体の発生によって検出することができる。この気体は何ですか。正しいものを選びなさい。

(a) 二酸化炭素　(b) 酸素　(c) 窒素　(d) メタン　(e) アンモニア

問6．問5の気体の発生量を測定したところ，40mgだった。この気体がすべてアルコール発酵の結果として発生したとすると，消費されたグルコースの量は何mgになりますか。もっとも近い数字を選びなさい。ただし，原子量はC＝12，H＝1，O＝16とします。

(a) 40　(b) 60　(c) 80　(d) 100　(e) 120

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問7．グルコース1mol(モル)がアルコール発酵で分解されるときに発生するエネルギーは234kJ(ジュール)である。またATP 1molがADPに加水分解されるときに発生するエネルギーは30kJである。アルコール発酵によって発生したエネルギーのうち，何％がATPの合成に利用されますか。もっとも近い数字を選びなさい。

(a)　5％　　(b)　15％　　(c)　25％　　(d)　35％　　(e)　45％

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第７講　呼吸②

■呼吸　…　酸素を用いて有機物を無機物に分解し，ATPを合成

名称	場所	ATP※	基質と生成物
解糖系	細胞質基質	２分子	グルコース　→　ピルビン酸，［H］
クエン酸回路	マトリックス	２分子	ピルビン酸，水　→二酸化炭素，［H］
電子伝達系	ミトコンドリア内膜	34分子	酸素，［H］　→　水

※一分子のグルコースが呼吸で消費された場合

・解糖系

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_3H_4O_3 + 4[H] + 2ATP$$

・クエン酸回路

$$(C_3H_4O_3 + 3H_2O \longrightarrow 3CO_2 + 10[H] + ATP) \times 2$$

・電子伝達系

$$24[H] + 6O_2 \longrightarrow 12H_2O + 34ATP$$

・呼吸全体

$$C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 12H_2O + 38ATP$$

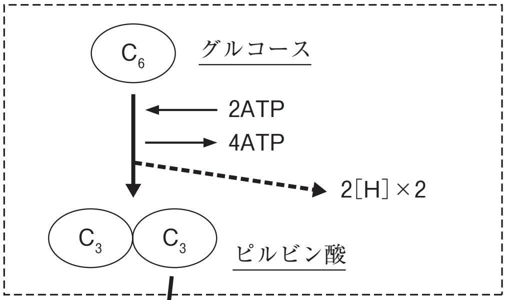
※［H］は補酵素NAD^+と結合し，還元型補酵素NADHとして存在する。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

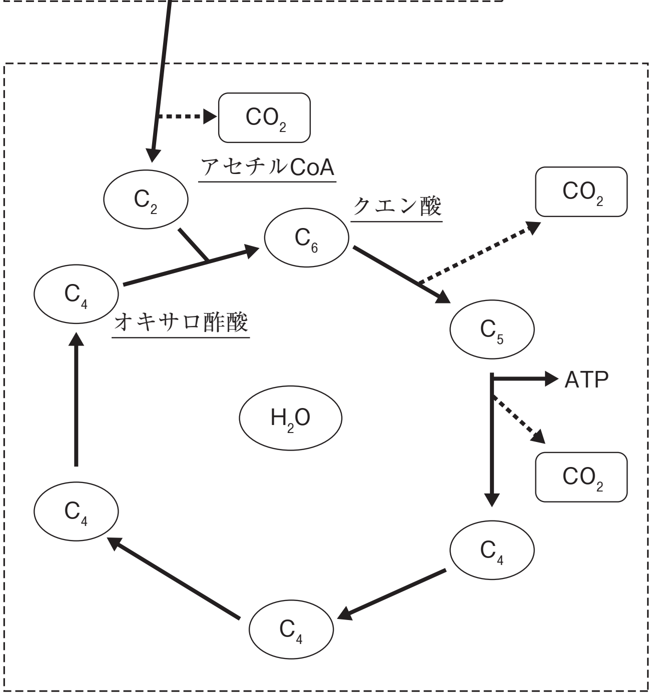
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■呼吸の具体的な過程

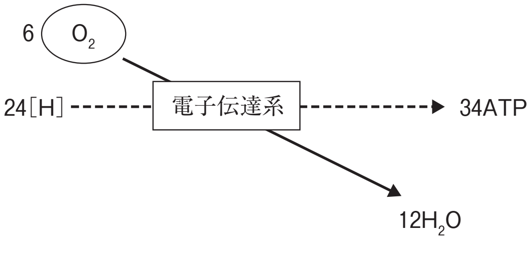
解糖系
at 細胞質基質



クエン酸回路
at ミトコンドリア
マトリックス



電子伝達系
at ミトコンドリア
内膜（クリステ）



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆呼吸商　…　呼吸商を調べることで，何を呼吸の基質としているかがわかる。

$$呼吸商 = \frac{呼吸で排出されたCO_2}{呼吸で吸収されたO_2}（体積比）$$

・呼吸商から呼吸基質を判断可能

何を呼吸の材料としているか

呼吸商　＝　1　⟶　呼吸基質　炭水化物（グルコース）
呼吸商　＝　0.8　⟶　呼吸基質　タンパク質
呼吸商　＝　0.7　⟶　呼吸基質　脂肪
呼吸商　＞　1　⟶　発酵と呼吸の併用

ex

走り始め	呼吸商＝1	植食性動物	呼吸商＝1	イネの発芽	呼吸商＝1
有酸素運動時	呼吸商＝0.7	肉食性動物	呼吸商＝0.7～0.8	ダイズの発芽	呼吸商＝0.8
				ゴマの発芽	呼吸商＝0.7

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第7講　演習問題

A　図1は真核生物の行う好気的な呼吸の3つの段階を示す。C_2，C_4，C_5は，それぞれ炭素数2個，4個，5個の化合物を表している。第1段階ではグルコース1分子から2分子の物質(　ア　)ができ，第2段階ではC_2分子とC_4分子から最初にできる物質(　イ　)がC_5分子を経てC_4分子に変換され，第3段階では物質(　エ　)と，第1および第2段階で生じた物質(　ウ　)とから物質(　オ　)ができる。次の問い(1)～(5)に答えなさい。

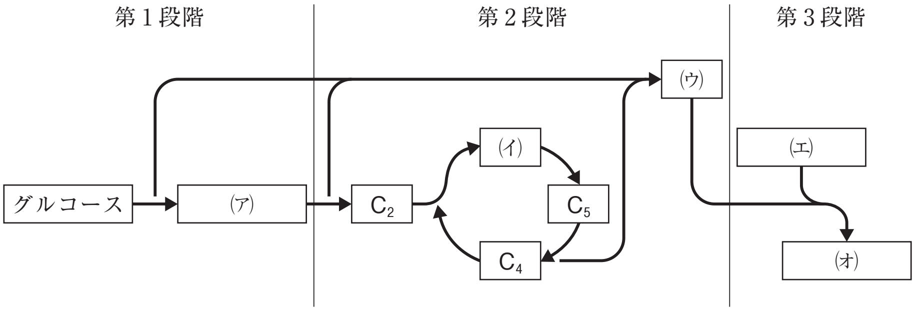


図1　呼吸の概略図

(1)　図と文中の(　ア　)～(　オ　)に入るもっとも適当な物質名を解答欄に1つ書きなさい。

(2)　第1段階，第2段階，第3段階をそれぞれ何とよぶか，答えなさい。

(3)　酵母菌のアルコール発酵のブドウ糖を基質とした化学反応式を書きなさい。またアルコール発酵において，30gのグルコースから合成される二酸化炭素は何gか小数第1位まで計算しなさい。ただし，原子量は水素1，炭素12，酸素16とする。

(4)　1分子のグルコースが好気的な呼吸で完全に分解されるとき，各段階においてATPはそれぞれ何分子生成するか。

(5)　次の文章a～eはどの段階を説明したものか，第1段階，第2段階，第3段階の中から該当するすべてを選びなさい。あてはまるものがない場合は4と答えよ。

a　嫌気的な環境下においても同様な反応が進行する。
b　ミトコンドリア内膜クリステで反応が進行する。
c　酸素が発生する。
d　二酸化炭素が発生する。
e　合成されるATPの数と消費されるATPの数とが等しい。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

B　図2に示すようにマウスを容器Ⅰと容器Ⅱにいれ，実験1と実験2を行った。実験1では，ガラス管中の赤インクは，実験開始10分後に1.5，30分後に4.5にまで移動した。実験2では，赤インクは20分後に0.9，40分後に1.8まで移動した。なお，測定開始時の赤インクは0.0の位置にあり，実験中の大気圧の変化や容器内外の温度変化はなかったものとする。また，実験1と実験2で用いた容器の大きさ及び管の太さや長さ，マウスの大きさや活動の量などは全て同じである。

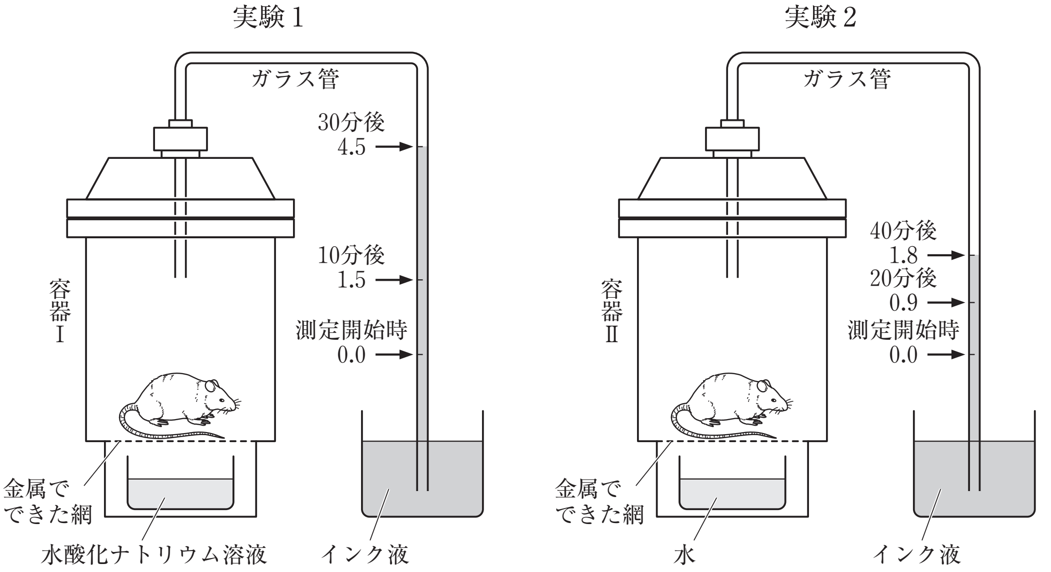


図2

(6)　この実験結果から呼吸商を計算するといくらになるか。最も近い数値を次の①～⓪のうちから一つ選べ。

①　0.0　②　0.3　③　0.5　④　0.6　⑤　0.7　⑥　0.8
⑦　0.9　⑧　1.0　⑨　1.5　⓪　2.0

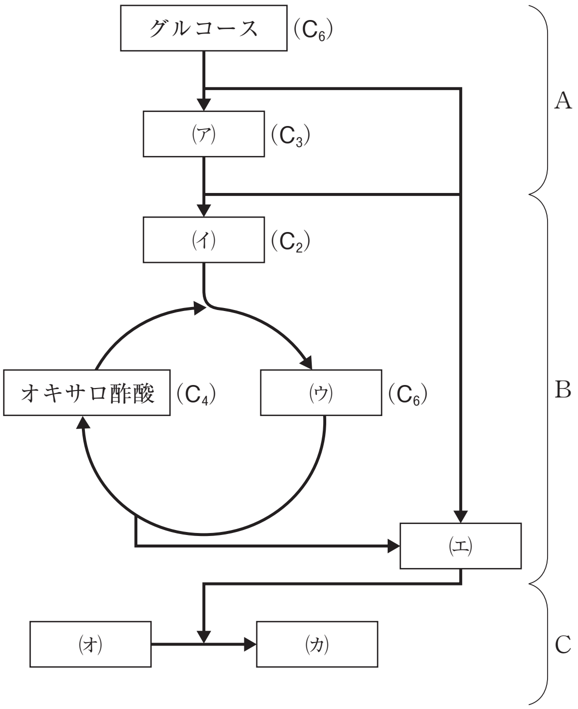
(7)　(6)の結果から，この実験におけるマウスの呼吸基質になっている物質は，どのような食品中に多く含まれているか。最も適当なものを次の①～④のうちから一つ選べ。

①　高野豆腐（タンパク質）　②　コンニャク（水）
③　サツマイモ（炭水化物）　④　ラード（脂肪）

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第７講　確認テスト

好気的な呼吸の概略を表した図に関する以下の問いに答えなさい。



問１　図の(ア)～(カ)に該当する物質を下記の語群(a～j)から1つずつ選び，記号で答えなさい。

a）乳酸　b）アセチルCoA　c）水素　d）コハク酸
e）酸素　f）クエン酸　g）二酸化炭素　h）ホスグリセリン酸
i）水　j）ピルビン酸

問２　図のA，B，Cの各反応過程の名称をそれぞれ選びなさい。

(ア) クエン酸回路　(イ) カルビン・ベンソン回路　(ウ) 光化学反応
(エ) 電子伝達系　(オ) ヒル反応　(カ) 解糖系

問３　図のA，B，Cの各反応過程は，細胞のどの部分で行われるか。下記の語群(a～i)から1つずつ選び，記号で答えなさい。

a）細胞質基質　b）核
c）リボソーム　d）ミトコンドリア内膜
e）ミトコンドリア外膜　f）ミトコンドリア基質(マトリックス)
g）葉緑体　h）細胞膜
i）細胞壁

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問４　図のA，B，Cの各反応過程で，嫌気的な条件でも進行する過程はどれか。下記の語群(a～g) から1つ選び，記号で答えなさい。

a）　Aのみ　　b）　Bのみ　　c）　Cのみ　　d）　AとB
e）　AとC　　f）　BとC　　g）　すべて

問５　図のA，B，Cの各反応で，二酸化炭素を放出する過程はどれか。問4の語群(a～g) から1つ選び，記号で答えなさい。

問６　図のA，B，Cの各反応で，ATPが生成される過程はどれか。問4の語群(a～g)から1つ選び，記号で答えなさい。

©RECRUIT HOLDINGS

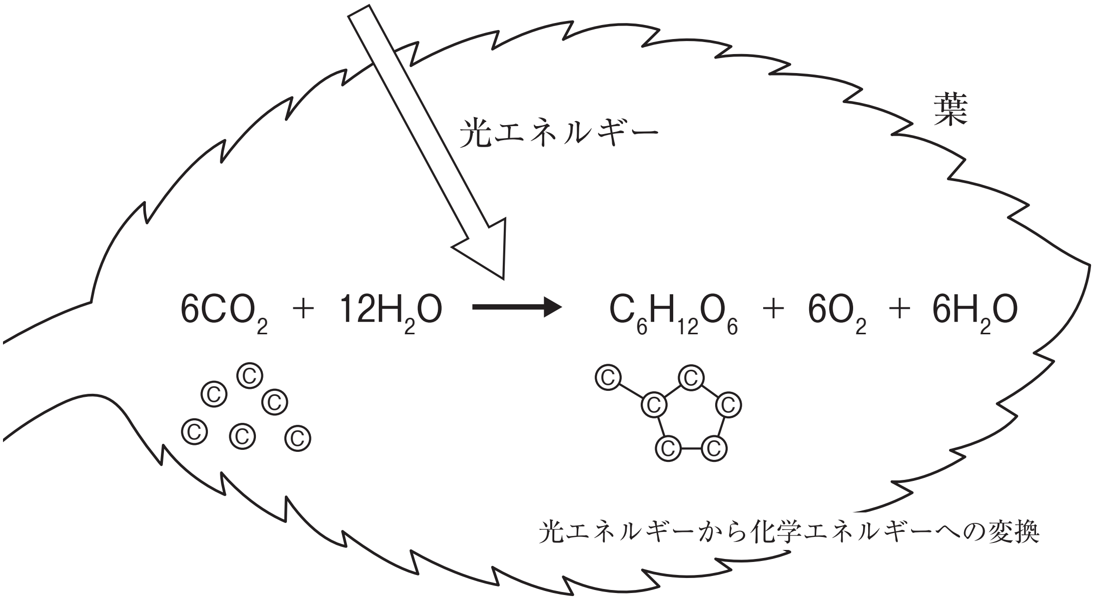
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

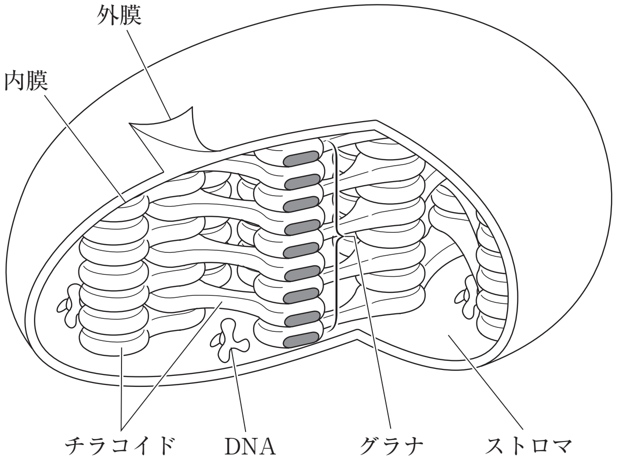
ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第８講　光合成①

■光合成　…　光エネルギーを用いた炭酸同化



◆葉緑体　…　光合成の場



◆光合成色素　…　光エネルギーの受容

クロロフィル系

・クロロフィルａ　（青緑）　Mg，N含む，全ての植物，藻類が持つ主色素

・クロロフィルｂ　（黄緑）　地上植物と緑藻が持つ補助色素

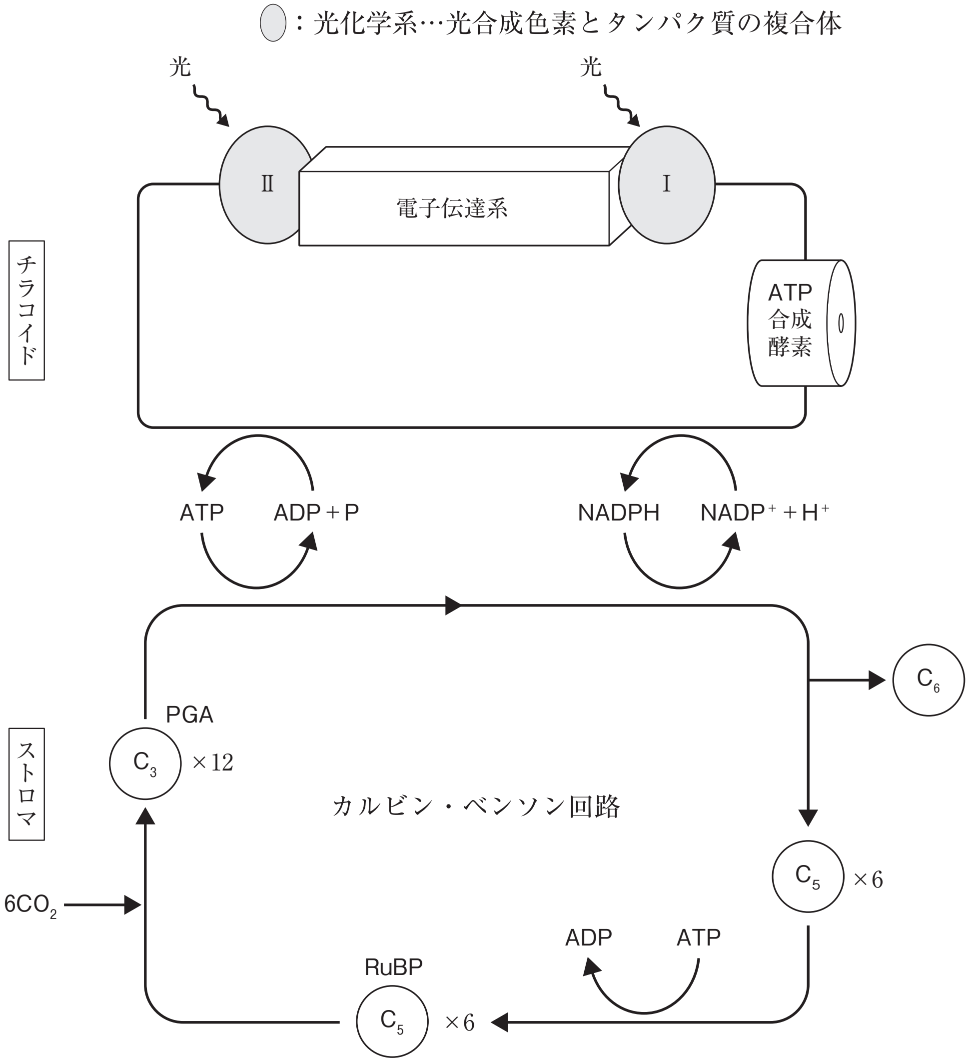
カロテノイド系

・カロテン(橙)

・キサントフィル(黄)

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆光合成の過程



チラコイド	ストロマ
①光エネルギーの受容（光化学反応） ②水の分解（酸素，電子，H^+） ③還元型補酵素の生成 ④ATP合成（光リン酸化）	⑤チラコイドで生成したエネルギーを用いて二酸化炭素を固定

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第8講　演習問題

代謝に関する以下の文章を読み，問1～5に答えなさい

代謝のうち，簡単な物質から生物にとって有用で複雑な物質が合成される過程を（　ア　）といい，全体としてはエネルギー（　イ　）反応となる。その例が反応式1と反応式2で示されている。これらは，各々光合成による（　ウ　）の反応である。植物では反応式1の反応が（　エ　）で進む。その中にある（　オ　）には光化学系を含む光合成電子伝達系の大部分の成分が存在し，それらの働きで，(A)光合成色素により吸収された光エネルギーが，（　カ　）型の補酵素であるNADPHの生成に利用される。同時に，この光合成電子伝達系の働きで（　オ　）をはさんで，その内外に（　キ　）の濃度勾配が形成される。この濃度差をエネルギー源として，ATP合成酵素による（　ク　）からATPへの（　ケ　）が進む。一方，(B)ストロマでは，電子伝達系で生成したATPとNADPHを利用し，CO_2から有機化合物が合成される。

反応式1

$$6CO_2 + 12H_2O + \text{光エネルギー} \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$$

反応式2

$$(\quad コ\quad)CO_2 + (\quad サ\quad)H_2S + \text{光エネルギー}$$
$$\longrightarrow (\quad シ\quad)C_6H_{12}O_6 + (\quad ス\quad)H_2O + (\quad セ\quad)S$$

問1　本文中の（　ア　）～（　エ　）にあてはまる最も適切な語を次の①～⑨のうちからそれぞれ1つ選べ。

①　吸収　②　放出　③　葉緑体　④　ミトコンドリア
⑤　同化　⑥　異化　⑦　炭酸同化　⑧　炭酸異化
⑨　酸素同化

問2　本文中の（　オ　）～（　ケ　）にあてはまる最も適切な語を次の①～⑨のうちからそれぞれ1つ選べ。

①　チラコイド膜　②　ADP　③　AMP
④　O_2　⑤　H^+　⑥　クリステ
⑦　リン酸化　⑧　酸化　⑨　還元

問3　反応式2の（　コ　）～（　セ　）にあてはまる数字を次の①～⑨のうちからそれぞれ1つ選べ。

①　1　②　2　③　3　④　4　⑤　6　⑥　8
⑦　12　⑧　14　⑨　16

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問４　下線部(A)に関して，光合成色素として適切なものを次の①～⑨のうちからすべて選べ。

①　メチレンブルー	②　カロテン	③　メラニン
④　アントシアン	⑤　キサントフィル	⑥　クロロフィル
⑦　アラニン	⑧　サイトカイニン	⑨　フィトクロム

問５　下線部(B)のストロマでの反応の働きによるものとして適切なものを次の①～④のうちから１つ選べ。

①　呼気を溶かし込んだpH指示薬を試験管に1mL入れ，その上方にホウレンソウの葉を詰めた。次いで，試験管をコルクで密閉し，光を１時間照射したところ，液の呈色からpH値の上昇(水素イオン濃度の低下)が示された。

②　呼気を溶かし込んだpH指示薬を試験管に1mL入れ，その上方にホウレンソウの葉を詰めた。次いで，試験管をコルクで密閉し，光を１時間照射したところ，液の呈色からpH値の低下(水素イオン濃度の上昇)が示された。

③　クロモの葉を顕微鏡で観察すると，細胞内を葉緑体が動いていた。

④　タマネギのりん葉から表皮細胞をはぎとり，それを酢酸オルセイン液で処理して顕微鏡で観察すると，細胞内に赤く染まる細胞小器官が観察された。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第8講　確認テスト

光合成に関する文章を読み，問い(問1～5)に答えなさい。

植物の葉緑体で行われる光合成の過程は，〔　ア　〕で起こり$_{イ}$光が直接関係する反応と，〔　ウ　〕で起こり$_{エ}$光が直接関係しない反応に分けられる。

問1　〔　ア　〕と〔　ウ　〕に適する語はどれか。

①　外膜　　②　ストロマ　　③　チラコイド
④　内膜　　⑤　内膜と外膜の間

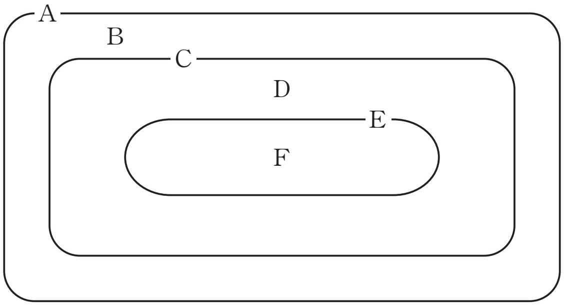
問2　下線部イの反応に関する正しい記述はどれか。
①　光リン酸化反応過程で二酸化炭素が分解される。
②　光化学系Ⅱで水が分解され，電子が放出される。
③　光化学反応で合成されたATPは還元型補酵素の生成に用いられる。
④　光エネルギーを吸収したクロロフィルは酸化的リン酸化反応を起こす。
⑤　光化学系Ⅰで活性化したクロロフィルから電子伝達系に電子が放出される。

問3　下線部エの反応について誤っている記述はどれか。
①　ATPの分解反応が含まれる。
②　この反応ではC_5化合物が再生産される。
③　還元型補酵素がないと，この反応は進まない。
④　グルコースが生産される中間生成物としてピルビン酸ができる。
⑤　二酸化炭素濃度がある一定の濃度に達するまで二酸化炭素濃度の増加に応じて反応速度は上昇する。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問4　下は葉緑体の断面模式図（グラナ構造は省略してある）である。ATP合成酵素が存在するのはどこか。



①　A　　②　B　　③　C　　④　D　　⑤　E　　⑥　F

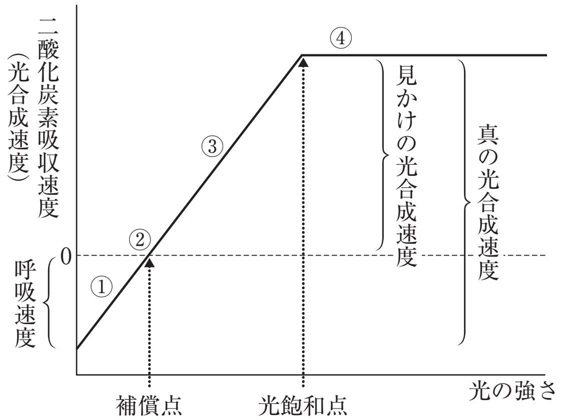
問5　ATPの合成はミトコンドリアでも行われる。ミトコンドリアでATP合成酵素が存在するのはどこか。

①　外膜　　②　チラコイド　　③　内膜
④　内膜と外膜の間　　⑤　マトリックス

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第9講　光合成②

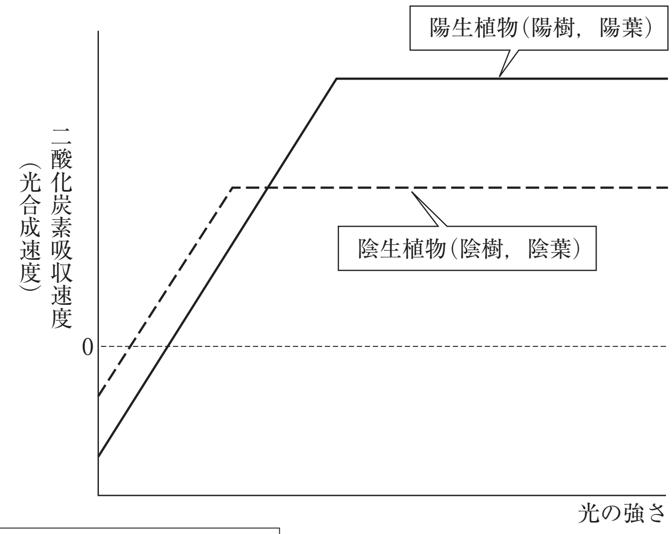
■光－光合成曲線



（真の）光合成速度
＝見かけの光合成速度＋呼吸速度

①弱光条件では呼吸速度＞光合成速度
②補償点では，呼吸速度と真の光合成速度が一致しており，見かけの光合成速度＝0となる。
③呼吸速度＜光合成速度で見かけの光合成速度が正になる。
④強光条件では光合成速度は一定になる。（光飽和）

◆葉の構造と光合成曲線



葉は厚く，小型。クチクラが発達し，気孔の数は多め。陰生植物はその逆。

陽生植物
同化組織（特にさく状組織）が発達，
呼吸量も大きいが，光飽和しにくい。
　ex ヒマワリ，バラ，マツ

陰生植物
同化組織の発達は見られず。
呼吸量を抑え，補償点が小さい。
葉が薄く，光飽和しやすい。
　ex シダ，シイ，ブナ

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■細菌の炭酸同化

◆光合成細菌　…　一部の細菌は光合成によって炭酸同化を行う

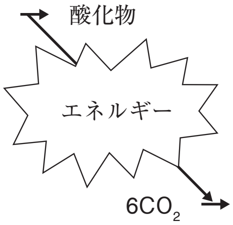
・光合成色素として，バクテリオクロロフィルを利用　　ex　紅色硫黄細菌
・水素源(電子源)として水ではなく，硫化水素を利用　　　　緑色硫黄細菌

$$6CO_2 + 12H_2S \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 12S + 6H_2O$$

◆化学合成細菌　…　一部の細菌は化学合成によって炭酸同化を行う

・無機物の酸化によって生じるエネルギーを用いて，二酸化炭素から糖を合成

無機物　＋　酸素 → 酸化物



$6CO_2 \rightarrow C_6H_{12}O_6$

ex　亜硝酸菌　$2NH_3 + 3O_2 \longrightarrow 2HNO_2 + 2H_2O$
　　硝酸菌　$2HNO_2 + O_2 \longrightarrow 2HNO_3$
　　硫黄細菌　$2H_2S + O_2 \longrightarrow 2S + 2H_2O$
　　鉄細菌，メタン細菌，水素細菌 など

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第９講　演習問題

〔1〕

植物の光合成は，葉肉の細胞内の葉緑体で行われる。内部にはチラコイドと呼ばれる扁平な袋状の膜構造がみられ，その間を埋めている基質部分をストロマという。光合成は，多くの研究から大きく５つの反応に分けることができる。

反応１　光エネルギーの吸収
反応２　水の分解および酸素の放出
反応３　還元補酵素（NADPH）の生成
反応４　ATPの生成
反応５　二酸化炭素の固定

光合成の最初の反応は，(1)クロロフィルなどの光合成色素が光エネルギーによって活性化される反応である。光合成色素によって捕捉された光エネルギーは，(2)ATPと還元補酵素（NADPH）の化学エネルギーに変換されて，(3)二酸化炭素の固定反応に用いられる。光合成でつくられ，一時的に葉緑体に貯えられる有機物はデンプン（同化デンプン）である場合が多い。デンプンの一部はスクロースなどに変化して，葉から師管を通ってからだの各部に運ばれ，根や種子などの貯蔵組織では再び貯蔵デンプンとして貯えられたり，脂肪やタンパク質などの原料になったりする。また，一度合成された有機物も必要に応じて分解されたり，他の物質に変換されたりする。

問１　反応２が起こる光合成の過程として，最も適切と考えられるものを，以下の①～⑥から１つ選びなさい。

①　光化学系Ⅰ　②　光化学系Ⅱ　③　電子伝達系
④　クエン酸回路　⑤　オルニチン回路　⑥　カルビン・ベンソン回路

問２　反応４を行う酵素が存在する細胞内の場所として，最も適切と考えられるものを，以下の①～⑧から１つ選びなさい。

①　ミトコンドリアの内膜　②　ミトコンドリアのマトリックス
③　細胞質基質　④　葉緑体のチラコイド膜
⑤　葉緑体のストロマ　⑥　葉緑体の外膜
⑦　ゴルジ体　⑧　液胞

問３　下線部(1)にエネルギーとして効率よく吸収される光の色として，最も適切と考えられるものを，以下の①～⑥から１つ選びなさい。

①　（緑・黄）　②　（緑・青）　③　（紫・緑）　④　（黄・赤）
⑤　（青・黄）　⑥　（青・赤）

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問４　下線部(2)に関する記述（a〜d）について，正しいものの組み合わせを，以下の①〜⑩から１つ選びなさい。

a　構成要素の1つである糖は，グルコースである。

b　構成要素の1つであるアデニンは，RNAの構成要素でもある。

c　ATP分子にあるリン酸同士の結合は，高エネルギーリン酸結合という。

d　光合成の過程でのATP合成は，酸化的リン酸化と呼ばれる。

①　(a)　②　(b)　③　(c)　④　(d)　⑤　(a，b)
⑥　(a，c)　⑦　(a，d)　⑧　(b，c)　⑨　(b，d)　⑩　(c，d)

問５　下線部(3)に関する以下の文章について，空欄ア〜ウに当てはまるものを，以下の①〜⑩からそれぞれ1つ選びなさい。

カルビンとベンソンは，クロレラの培養液に放射性同位元素の^{14}Cを含む二酸化炭素を与え，時間とともに^{14}Cがどのような化合物に取り込まれていくのかを調べた。この反応はまず，五炭素化合物（C_5）が反応4で生産されたATPによって活性化され，二酸化炭素と反応して，2分子の三炭素化合物（C_3）の（　ア　）になる。このC_3はATPを用いて反応3で生じた（NADPH）からHを受け取り，さらに多くの酵素の働きによって六炭素化合物（$C_6H_{12}O_6$）がつくられる。一方，一部は再びC_5に戻り，回路を形成する。この回路では，1分子の$C_6H_{12}O_6$を生じる過程で, その反応を進めるために（　イ　）分子のATPと（　ウ　）分子の（NADPH）が使われる。

（　ア　）

①　ホスホグリセリン酸　②　グリセロ三リン酸
③　クレアチンリン酸　④　リブロースビスリン酸
⑤　リンゴ酸　⑥　ピルビン酸
⑦　クエン酸　⑧　グルタミン酸
⑨　乳酸　⑩　オキサロ酢酸

（　イ　）

①　1　②　2　③　3　④　5　⑤　6　⑥　9
⑦　12　⑧　14　⑨　16　⑩　18

（　ウ　）

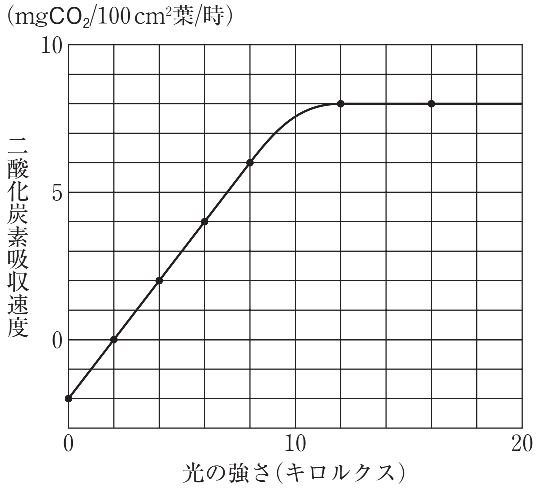
①　1　②　2　③　3　④　5　⑤　6　⑥　9
⑦　12　⑧　14　⑨　16　⑩　18

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

〔2〕

ある植物Xの１個体がもつ二酸化炭素(CO_2)吸収能力を調べるために，植物Xを実験室内に植えた。実験室内は大気と同じ空気組成で，温度および湿度は一定とした。１日に明期(昼)を10時間，暗期(夜)を14時間に設定し，明期における光の強さは，20キロルクスで一定とした。また，一定の温度，二酸化炭素濃度のもとで植物Xの葉を採取し，二酸化炭素吸収速度と光の強さとの関係を調べたところ，下図のようになった。原子量はC＝12，O＝16，H＝1とする。



問６　植物Xの$200cm^2$の葉1枚を切り離して１日培養した場合，葉1枚に１日で蓄積される同化産物の量はCO_2の吸収量として何mgか，以下の①～⑩から１つ選びなさい。ただし，葉を採取したことによる光合成速度および呼吸速度への影響はないものとする。

①　31　②　52　③　72　④　74　⑤　104　⑥　144
⑦　192　⑧　240　⑨　384　⑩　480

問７　植物Xの１個体には面積$200cm^2$の１枚の葉と生重量2gの茎と3gの根があった。茎と根の呼吸速度を調べると，明期および暗期ともに0.4[mgO_2/g生重量/時]であった。茎と根では光合成が起こらないと仮定して，植物Xの１個体が１日に蓄積する同化産物の量はCO_2の吸収量として何mgか，以下の①～⑩から１つ選びなさい。

①　38　②　56　③　66　④　78　⑤　84　⑥　96
⑦　110　⑧　124　⑨　232　⑩　320

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第９講　確認テスト

光合成に関する次の各問いに答えなさい。

光合成反応は，おおまかに以下の4つの反応過程から成る。

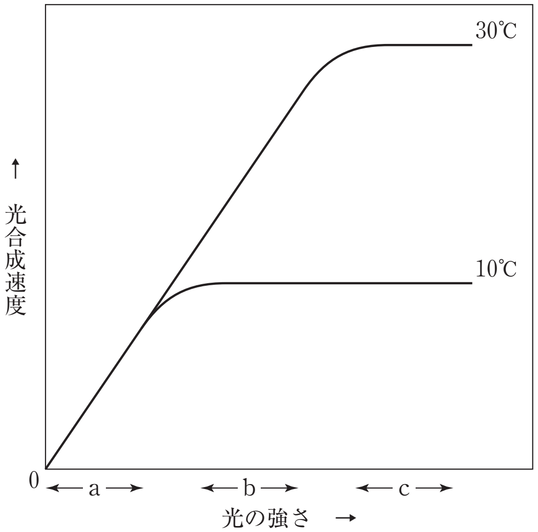
反応①　葉緑体内の［　ア　］にある［　イ　］などの光合成色素が，光エネルギーを吸収する。
反応②　吸収した光エネルギーを使って，水を分解し，［　ウ　］が気体として発生する。
反応③　反応②と同時に，“エネルギーの通貨”と呼ばれる［　エ　］が合成される。
反応④　葉の気孔から取り入れた［　オ　］を還元して，有機物を合成する。この反応は，葉緑体内の［　カ　］で行われる。

問１　文中の［　ア　］－［　カ　］に適切な語句を語群Ⅰから選べ。

語群Ⅰ

(1)　アントシアン　(2)　AMP　(3)　ATP　(4)　クロロフィル
(5)　酸素　(6)　ストロマ　(7)　窒素　(8)　チラコイド
(9)　二酸化炭素　(10)　メラニン

問２　下図は，ある植物を10℃と30℃の温度下に置いたときの，光の強さと光合成速度の関係を表したものである。この図について述べた以下の文のうち，正しいものを全て選べ。



ⓒRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

⑴　光の強さがaの範囲のとき，光合成速度が増加していくのは，光の強さに影響されるためである。

⑵　光の強さがbの範囲のとき，30℃の光合成速度だけが増加していくのは，30℃の場合だけ温度が限定要因となるためである。

⑶　光の強さがcの範囲のとき，光合成速度を制限しているのは，10℃の場合は光の強さ，30℃の場合は温度である。

⑷　30℃の場合より，10℃の場合の方が光飽和点が低い。

問３　ある植物に，３万ルクスの光を1時間照射すると，4mgの二酸化炭素を吸収した。この植物を暗所に１時間置くと，二酸化炭素を1mg放出した。この植物の，３万ルクスの光のもとでの光合成速度は何mgCO_2/時間か，語群Ⅱより適切な数字を選べ。

語群Ⅱ

⑴　1　　⑵　2　　⑶　3　　⑷　4　　⑸　5

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

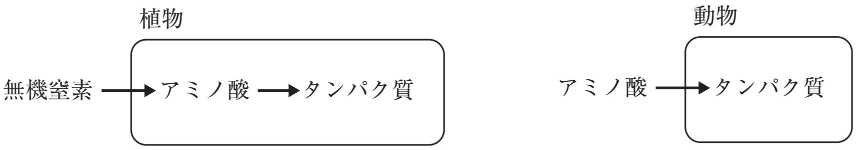
第10講　窒素同化

■窒素同化

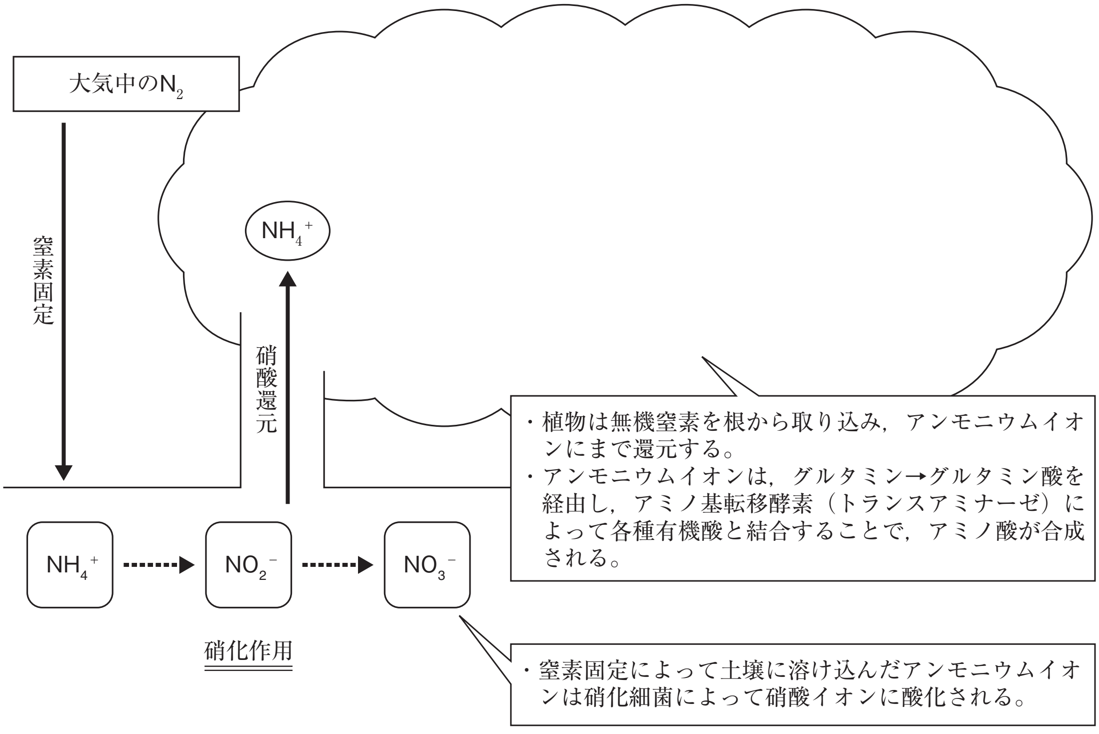
…　単純な窒素から複雑な窒素の合成

・生物は外部から窒素を取り込み，タンパク質を合成している

・植物は無機窒素の形で窒素を取り込み，アミノ酸を合成してからタンパク質合成。
動物はアミノ酸の形で窒素を取り込み，タンパク質を合成。



◆植物の窒素同化



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆**窒素固定**　…　空気中の窒素は，窒素固定細菌によって土壌に取り込まれる。

酵素：ニトロゲナーゼが触媒

$N_2 + 3H_2 + ATP \longrightarrow 2NH_3$　（常温，常圧）

窒素固定細菌

ex　根粒菌　…マメ科植物の根に共生

アゾトバクター　…好気性細菌

クロストリジウム　…嫌気性細菌

ネンジュモ　…シアノバクテリア

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第10講　演習問題

土壌中および大気中の窒素の利用に関する次の文を読み，以下の各問いに答えよ。

植物は，様々な元素を外界から取り込んでいる。多くの植物は，大気中の炭素を取り込み，自らの成長に使うほか，動物や微生物に供給して生態系を維持している。また，他の元素の多くは土壌から根を通して吸収される。大気中では，窒素が体積にして約80%を占めているが，多くの植物はこれを直接利用できない。しかし，ある種の微生物は，大気中の窒素を固定して利用することができる。

生物の遺体や排出物の多くは，土壌中の腐敗細菌などにより分解される。炭水化物と脂肪は分解されると二酸化炭素と水になり，タンパク質などの窒素を含む生体物質からは，二酸化炭素と水の他に[1]ができる。このとき，[1]の一部が土壌中の水に溶け[2]となる。[2]は土壌中の[3]菌と[4]により[3]イオンに変えられ，その後[5]菌と[4]によって[5]イオンに変えられる。[2]や[5]イオンは根から吸収され，道管を通って葉の細胞に取り込まれる。葉の細胞の細胞質基質には[5]イオンを[6]する酵素が含まれており，吸収された[5]イオンは[3]イオンに変えられて葉緑体に入る。葉緑体には[3]を[6]する酵素があり，[3]イオンは[2]に変えられる。

生成された[2]は，[7]と結合し[8]となる。さらに，[8]のアミノ基が[9]の働きによって，別の有機酸に渡されていろいろなアミノ酸がつくられる。このようにして生成したアミノ酸は，タンパク質，核酸，ATP，クロロフィルを合成するために利用される。

問１　文中の[1]～[6]に当てはまる最も適切な語を下の解答群から選べ。ただし，[　　]の中の同じ番号には同じものが当てはまる。

〔解答群〕

①　水	②　ATP	③　同　化
④　アンモニウムイオン	⑤　酸　素	⑥　酸　化
⑦　鉄	⑧　水　素	⑨　還　元
⓪　アンモニア	ⓐ　硝　酸	ⓑ　硫　黄
ⓒ　窒　素	ⓓ　亜硝酸	ⓔ　炭　素

問２　文中の[7]～[9]に当てはまる最も適切なものを下の解答群から選べ。ただし，[　　]の中の同じ番号には同じものが当てはまる。

〔解答群〕

①　アスパラギン	②　アルギニン	③　制限酵素
④　還元酵素	⑤　クエン酸	⑥　酸化酵素
⑦　オキサロ酢酸	⑧　グルタミン酸	⑨　ケトグルタル酸
⓪　リンゴ酸	ⓐ　グルタミン	ⓑ　転移酵素

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問3　下線部に関して，大気中および土壌中の窒素ガス(N_2)を利用する細菌の中には，植物と共生関係にあるものがある。この共生関係にある植物名と微生物名の最も適切な組み合わせを下の解答群から1つ選べ。

〔解答群〕

① イ　ネ：根粒菌　② トウモロコシ：アゾトバクター
③ ダイズ：根粒菌　④ ゲンゲ(レンゲソウ)：クロストリジウム
⑤ アカウキクサ：根粒菌　⑥ シロツメクサ：硝酸菌
⑦ ヤシャブシ：亜硝酸菌

問4　植物が硝酸カリウム20gを吸収し，7gのタンパク質を合成した。硝酸カリウムに含まれる窒素のうち，何%がタンパク質に取り込まれたか，小数第一位まで求めよ。割り切れない場合は，小数第二位を四捨五入せよ。ただし，タンパク質中の窒素含量を16%とし，原子量はH＝1，C＝12，N＝14，O＝16，K＝39とする。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第10講　確認テスト

生体における窒素利用に関して，それぞれの問い（問１～問４）に答えなさい。

生命活動に不可欠なタンパク質や核酸などの物質は，窒素原子（N）を含む有機窒素化合物であり，多くの植物ではアンモニウムイオンや硝酸イオンなどのかたちで無機窒素化合物を土壌中の根から取り入れ，有機窒素化合物を合成する。動物では，有機窒素化合物を食物から摂取して，動物自身に必要な有機化合物を合成する。このように取り入れた窒素化合物をもととして生体に必要な(1)有機窒素化合物を合成する働きを（　ア　）という。

大気中には窒素（N_2）が体積としておよそ（　イ　）％含まれているが，ほとんどの生物はこのN_2を直接（　ア　）に利用できない。しかし，(2)一部の生物は大気中のN_2を取り込んで，（　ウ　）してアンモニウムイオンに変えることができる。このような働きを（　エ　）という。特に根粒菌は土壌中では（　エ　）を行わないが，エンドウやダイズなどのマメ科の農作物に共生すると（　エ　）を行う。このため，無機窒素化合物の乏しいやせた土壌でもマメ科の植物は比較的によく生育する。

問１　下線部(1)に関する記述（a～c）について，正しいものの組み合わせを，以下の①～⑧から1つ選びなさい。

a　植物体内で硝酸イオンは，硝酸還元酵素と亜硝酸還元酵素の働きによってアンモニウムイオンに還元される。

b　植物体内でつくられたアンモニウムイオンは，グルタミンと結合することにより，グルタミン酸になる。

c　緑色植物は，この働きを経て体内でデンプン，タンパク質，クロロフィル，ATPなどの有機窒素化合物を合成する。

①　(a)　②　(b)　③　(c)　④　(a，b)
⑤　(a，c)　⑥　(b，c)　⑦　(a，b，c)　⑧　該当なし

問２　下線部(2)のことがらを自身で直接行う生物として，最も適切と考えられるものを，以下の①～⑧から１つ選びなさい。

①　ホウレンソウ　②　レンゲソウ　③　マツ
④　エンドウ　⑤　ネンジュモ　⑥　酵母菌
⑦　大腸菌　⑧　乳酸菌

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　空欄ア〜エに入る語の組み合わせとして正しいものを，以下の①〜⑨から１つ選びなさい。

	ア	イ	ウ	エ
①	窒素固定	60	酸化	窒素同化
②	窒素同化	60	酸化	窒素固定
③	窒素同化	60	還元	窒素固定
④	窒素固定	70	酸化	窒素同化
⑤	窒素同化	70	還元	窒素固定
⑥	窒素固定	70	還元	窒素同化
⑦	窒素同化	80	酸化	窒素固定
⑧	窒素固定	80	還元	窒素同化
⑨	窒素同化	80	還元	窒素固定

問４　ある植物Ｘを土壌で生育させると，根から吸収された窒素原子（N）の80％がタンパク質中に取り込まれ，植物体内で10gのタンパク質が合成された。タンパク質の窒素含量を16％とし，根から吸収された窒素原子（N）がすべて硝酸イオンに由来するとした場合，吸収された硝酸イオンは何ｇか。最も近い値を以下の①〜⑩から１つ選びなさい。ただし，原子量はN＝14，O＝16とする。

①　3　　②　5　　③　7　　④　9　　⑤　11　　⑥　13
⑦　15　　⑧　17　　⑨　19　　⑩　21

ⒸRECRUIT HOLDINGS

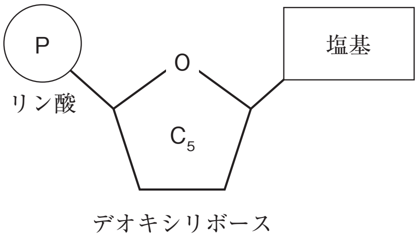
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

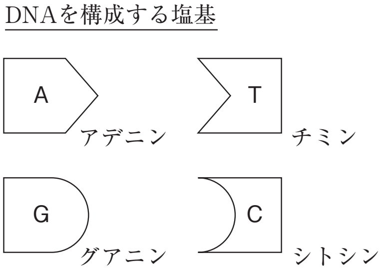
第３章　　遺伝子の働き

第11講　DNAと遺伝子，複製

■DNAの化学的組成

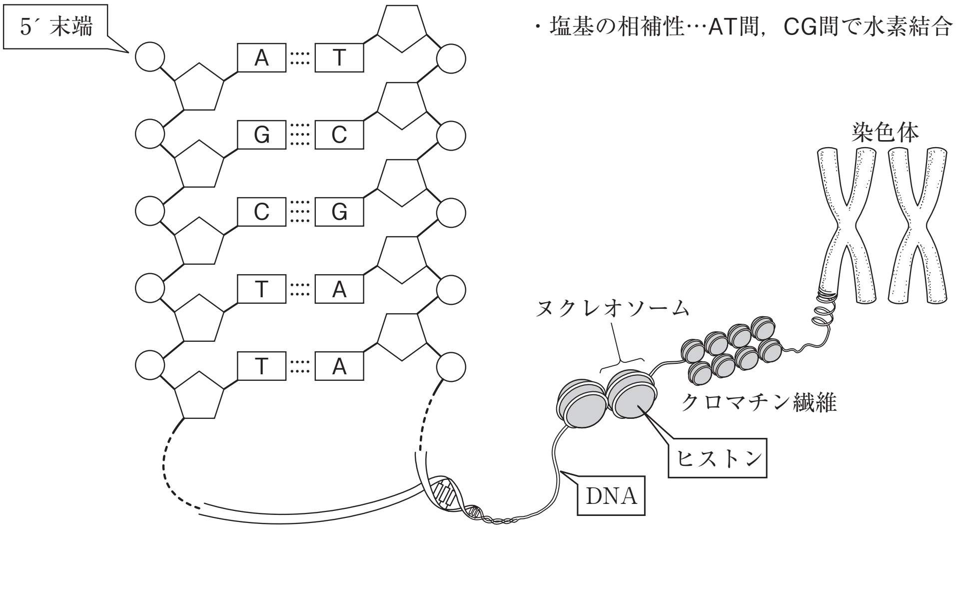
◆**ヌクレオチド**　…　DNAの基本単位





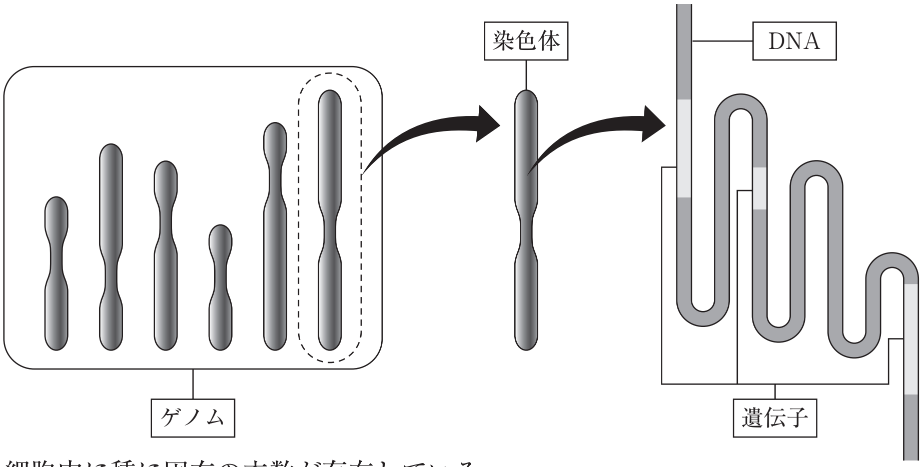
◆**二重らせん構造**　…　DNAは二本のヌクレオチド鎖が内側に出した塩基間で水素結合を形成し，二重らせん構造をとっている。

・塩基の相補性…AT間，CG間で水素結合



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■遺伝子・染色体・ゲノム



・細胞内に種に固有の本数が存在している。
・遺伝子領域は重ならず，非遺伝子領域で分けられている。

ゲノム　…　ある生物の生存に必要なすべての遺伝情報。
　　　　　　真核生物の場合は，複数の染色体に分かれているDNAを全部足したものがその生物のゲノムになる。
染色体　…　一続きのDNA分子で，複製や分配の単位となる。
遺伝子　…　特定のDNA領域。その塩基配列として，タンパク質のアミノ酸配列の情報などが暗号化されている。

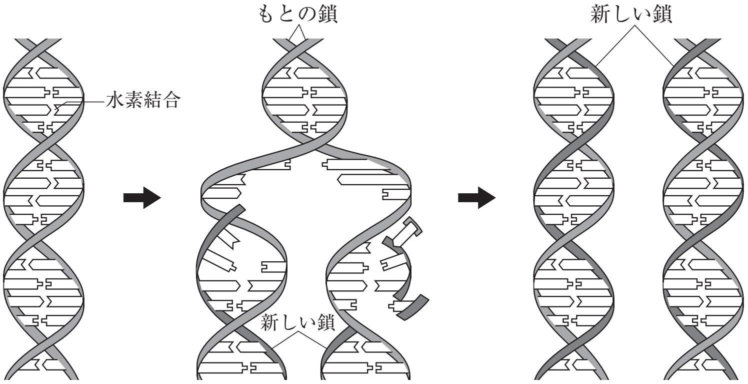
◆ヒトゲノム

ヒトゲノムは，約30億塩基対のDNAで構成され，そのなかに22000個もの遺伝子がある。それが23本の染色体に分断されている。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■DNAの半保存的複製

…　DNA二本鎖の二重らせんがほどけ，もとの鎖を鋳型として相補的な塩基をもつヌクレオチドが結合していくことで，同じ塩基配列をもったDNA二本鎖が形成される。



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第11講　演習問題

DNA(デオキシリボ核酸)に関する次の文章を読み，以下の問いに答えよ。

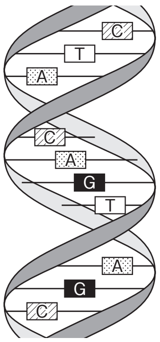
生物の形質は染色体中の遺伝子により決定される。(1)染色体を構成しているDNAは4種類のヌクレオチドが結合している。(2)DNAは2本の鎖がより合わさったような構造をしていて，各鎖はA，G，C，Tの4種類の塩基からなり，各要素は(3)一定の関係で向かい合って(4)結合している。

問1　下線部(1)の染色体はDNAと何から構成されているか。もっとも適当なものを，次の中から一つ選び，番号で答えよ。

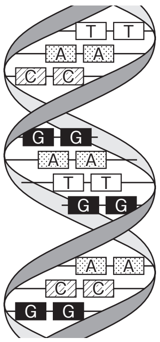
①　グルコース　　②　リボース　　③　塩基　　④　タンパク質
⑤　中性脂肪　　⑥　リン酸

問2　下線部(2)の構造のモデルにもっとも近いものを，次の中から一つ選び，番号で答えよ。

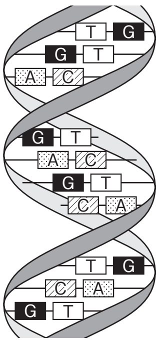
①



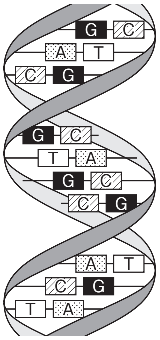
②



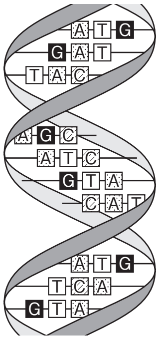
③



④



⑤



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問3　下線部(3)の一定の関係をもつ性質を何というか。もっとも適当なものを，次の中から一つ選び，番号で答えよ。

①　特異性　②　補足性　③　対抗性　④　依存性　⑤　競争性
⑥　相補性

問4　下線部(4)の結合を何というか。もっとも適当なものを，次の中から一つ選び，番号で答えよ。

①　共有結合　②　ギャップ結合　③　ペプチド結合
④　水素結合　⑤　S－S結合　⑥　イオン結合

問5　DNAの塩基の数を，種々の生物について調べた。調べたどの生物のDNAにおいても成り立つ塩基の数の関係としてもっとも適当なものを，次の中から一つ選び，番号で答えよ。

①　Aの数はGの数とほぼ同じ。
②　Gの数はTの数とほぼ同じ。
③　Cの数はAの数とほぼ同じ。
④　Aの数とGの数の合計はCの数とTの数の合計とほぼ同じ。
⑤　Aの数とTの数の合計はCの数とGの数の合計とほぼ同じ。

問6　次の記述のうち，**適当でないもの**を，次の中から一つ選び，番号で答えよ。

①　個体中のどの体細胞もほぼ等量のDNAをもつ。
②　卵細胞や精子のDNA量は体細胞の半分である。
③　ヒトの細胞あたりのDNA量は大腸菌のDNA量より多い。
④　DNA中の4種類の各塩基の割合は生物種によらず一定である。

問7　下線部(2)の構造を提唱した人は誰か。次の中から**二つ**選び，番号で答えよ。ただし，**解答の順序は問わない**。

①　ハーシー　②　メセルソン　③　ビードル　④　クリック
⑤　スタール　⑥　テータム　⑦　ワトソン　⑧　チェイス

問8　ヒトの分化した体細胞の核は，ヌクレオチドを6×10^9対もつ。らせん1回転・ヌクレオチド10対分の長さが3.4nmとしたとき，この体細胞核のDNAの全長としてもっとも適当なものを，次の中から一つ選び，番号で答えよ。

①　1.0mm　②　2.0mm　③　0.5cm　④　1.0cm　⑤　2.0cm
⑥　0.5m　⑦　1.0m　⑧　2.0m　⑨　4.0m

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第11講　確認テスト

問1　次の[1]～[7]に最も適切なものを解答群から選べ。

細胞がもっているDNAの遺伝情報は細胞分裂をへて娘細胞に正しく伝えられる。これは，細胞分裂前の母細胞がもっている遺伝子とまったく同じ遺伝子が2組つくられ，それらが娘細胞に分配されるからである。そのため，娘細胞は母細胞と同じ遺伝子の組をもつことになる。すなわち，母細胞とまったく同じ[1]配列をもつDNAがつくられる。これをDNAの[2]という。そのしくみは，DNAの2本鎖構造の一部がほどけ，1本鎖になる。この1本鎖のそれぞれの鎖が鋳型になり[2]が始まる。まず，鋳型の[1]と対をなす[1]をもつ[3]がやってきて，[1]の部分で[4]結合をつくる。このとき必ずチミンと[5]，シトシンと[6]が対合する。次に，隣り合う[3]どうしが連結される。これはDNA[7]とよばれる酵素のはたらきによる。これが繰り返されて新しい鎖がつくられる。

[1]～[7]に対する解答群

①　リン酸	②　塩　基
③　ヌクレオチド	④　ヌクレオシド
⑤　水　素	⑥　共　有
⑦　複　製	⑧　転　写
⑨　翻　訳	⑩　リガーゼ
⑪　ポリメラーゼ	⑫　イソメラーゼ
⑬　ウラシル	⑭　グアニン
⑮　ピリミジン	⑯　コドン
⑰　アデニン	⑱　プリン

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問2　次の[8]～[10]に最も適切なものを解答群から選べ。

体細胞分裂においてDNAの[2]は細胞周期のうち[8]期に行われ，はじめにあったDNAの2本鎖がほどけ，それぞれを鋳型として新しいDNA鎖がつくられる。このような[2]を[9] [2]という。このことを実験的に証明したのは[10]である。

[8]に対する解答群

① G_1　② S　③ G_2　④ M

[9]に対する解答群

① 保存的　② 半保存的　③ 分散的　④ 完　全
⑤ 不完全

[10]に対する解答群

① アベリー　② ビードルとテータム
③ メセルソンとスタール　④ グリフィス
⑤ ハーシーとチェイス　⑥ ワトソンとクリック
⑦ ウイルキンス　⑧ メンデル

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

<Note>

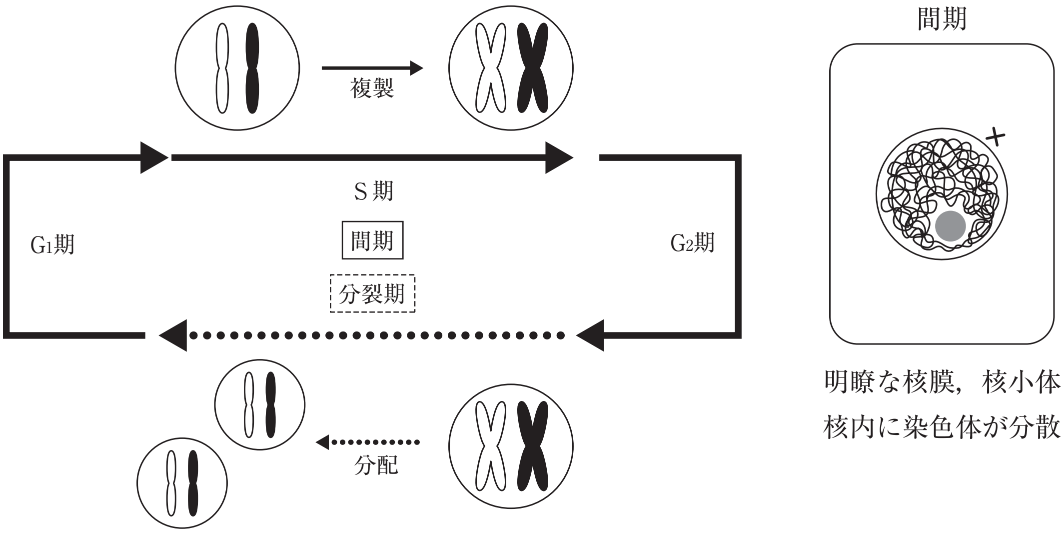
©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第12講　遺伝情報の分配

■体細胞分裂

…体細胞分裂の過程を通じて、同じ遺伝情報をもった細胞が増えていく。

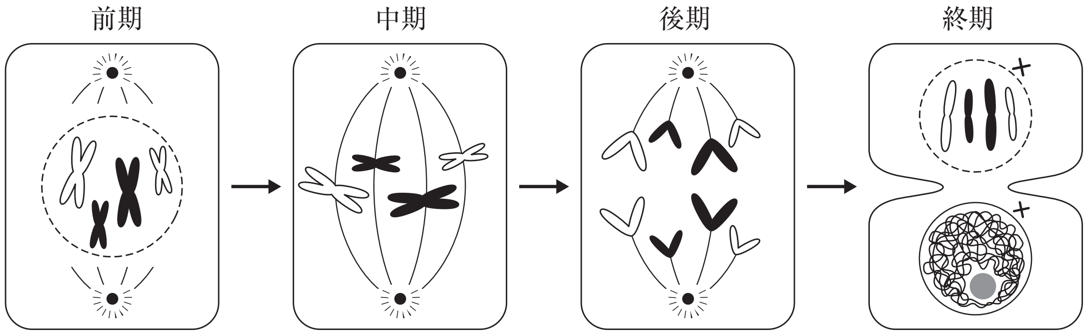
◆細胞周期



明瞭な核膜，核小体
核内に染色体が分散

G_1期　…DNA合成準備期
S期　…DNA合成期
G_2期　…分裂準備期

◆体細胞分裂の観察像



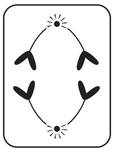
- 前期
  - ・核膜，核小体の消失
  - ・染色体の出現
  - ・紡錘体の形成
- 中期
  - ・紡錘糸が動原体に付着
  - ・各染色体が赤道面に並ぶ
- 後期
  - ・各染色体が縦裂面で二分
  - ・両極に移動
- 終期
  - ・核膜の再形成
  - ・核分裂後，細胞質分裂

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆動物細胞と植物細胞の違い

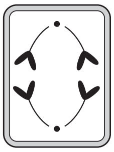
・星状体の有無

動物細胞



発達した星状体が観察される。

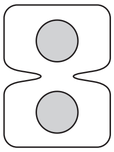
植物細胞



星状体は観察されず。極帽が見られる。

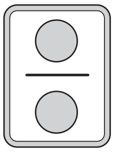
・細胞質分裂

動物細胞



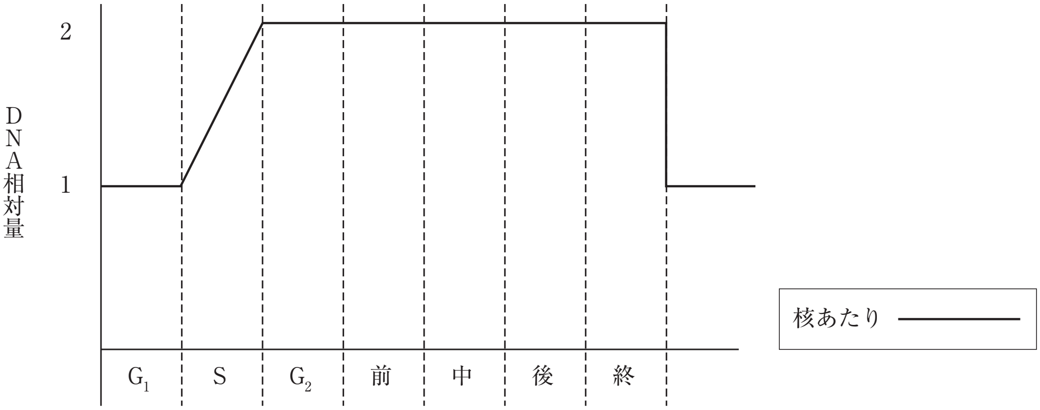
外側からくびれによって

植物細胞



内側から細胞板によって

◆体細胞分裂におけるDNA量の変化



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第12講　演習問題

細胞分裂に関する次の問い（問題１～5）に答えなさい。

図１は体細胞分裂における細胞１個あたりの核のDNA量の変化を模式的に示したものである。〔A〕～〔E〕は体細胞分裂の各時期を示している。

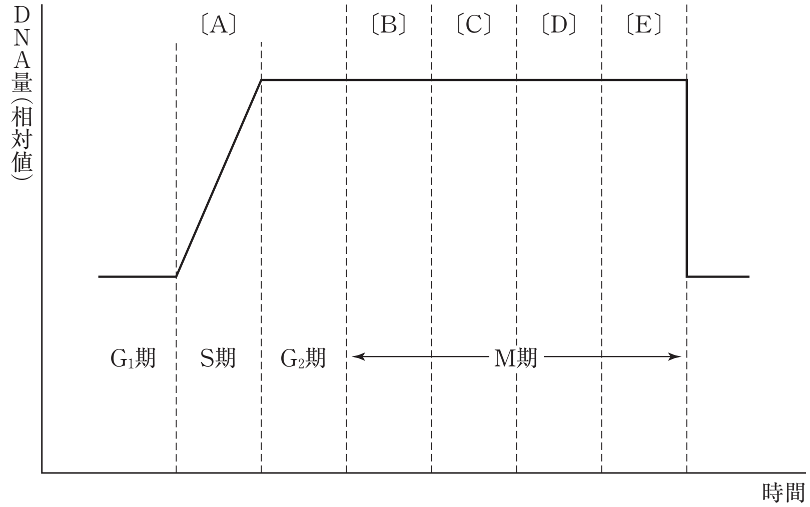


図１　細胞１個あたりのDNA量

問題１　図１の〔A〕と〔E〕の時期として，正しい組み合わせを次のア～エのうちから一つ選びなさい。

	〔A〕	〔E〕
ア	前期	終期
イ	間期	後期
ウ	間期	終期
エ	前期	間期

問題２　図１の各時期の説明で正しいものはどれか。次のア～エのうちから一つ選びなさい。

ア　G_1期は分裂準備期である。

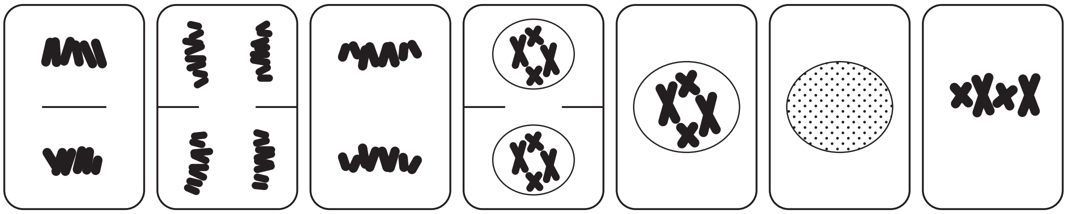
イ　S期はDNA合成準備期である。

ウ　G_2期はDNA合成期である。

エ　M期は細胞周期のなかでは最も短い時期で分裂期と呼ぶ。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問題３　タマネギの根端細胞を用いて体細胞分裂の観察を行った。その際，細胞周期の各期の細胞をスケッチし，各期の細胞を計数した。以下の図を，間期から分裂期の終期まで，進行する順番に並べ替えなさい。ただし，解答は記号(ア)〜(キ)で示し，不要な図があれば除いて答えなさい。



(ア)　(イ)　(ウ)　(エ)　(オ)　(カ)　(キ)

問題４　動物細胞の体細胞分裂は，タマネギのような植物細胞の体細胞分裂とは異なる点がある。その違いを２つ答えなさい。

問題５　下の表は，観察した細胞のうち，分裂期の各期に該当する細胞数である。前期から終期までに要する時間を90分として，各期の持続時間［分］を答えなさい。解答は，小数点第１位で四捨五入し，整数で示しなさい。

	前期	中期	後期	終期
細胞数	71	7	2	4

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第12講　確認テスト

細胞の増殖（体細胞分裂）に関する問１～３に答えなさい。

問１　下の①～④の文章は，核分裂の前期・中期・後期・終期の４つの時期のいずれかを説明した文章である。正しい順序を示しているのはどれか。一つ選びなさい。

①　各染色体は縦裂面で分離し，両極へ移動する。

②　染色体が分散し，核膜と核小体が現れ，細胞質分裂が起こる。

③　細いひも状の染色体が現れ，さらに太く短くなり，核膜と核小体が消失する。

④　染色体が赤道面に並び，紡錘体を形成する。

ア　③→①→④→②　　イ　③→④→①→②　　ウ　④→①→②→③

エ　④→③→②→①

問２　体細胞分裂の前後で細胞１個当たりの染色体数について正しい記述はどれか。一つ選びなさい。

ア　変化しない　　イ　２倍になる　　ウ　４倍になる　　エ　半分になる

問３　下記の文で正しいものはどれか。次のア～エのうちから一つ選びなさい。

ア　体細胞分裂では，核分裂と細胞質分裂は同時に進行する。

イ　植物細胞の細胞質分裂は赤道面で外側からくびれが入って細胞を二つに分ける。

ウ　１個の体細胞には形や大きさが同じ染色体が２本ずつあり，これらを相同染色体という。

エ　染色体は分裂期の細胞では核内に広がって分布しているが，間期では棒状にまとまる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

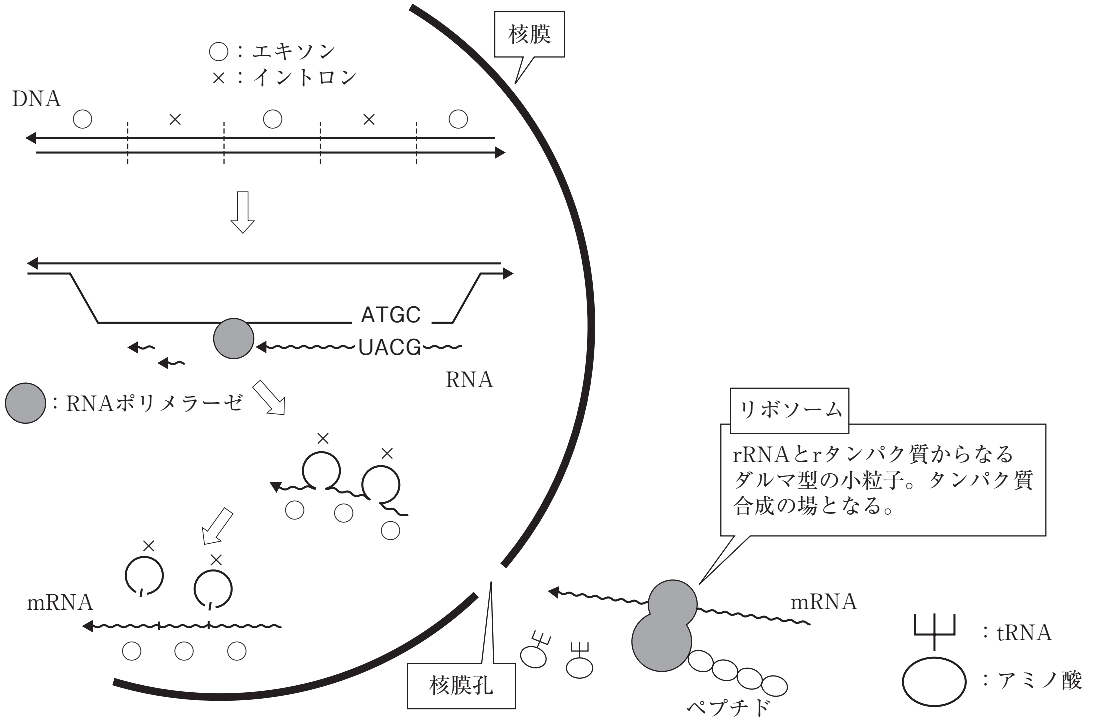
第13講　遺伝子の発現

■セントラルドグマ

DNA（塩基配列）―― 転写 ――▶ mRNA（塩基配列）―― 翻訳 ――▶ タンパク質（アミノ酸配列）

◆真核生物の遺伝子発現

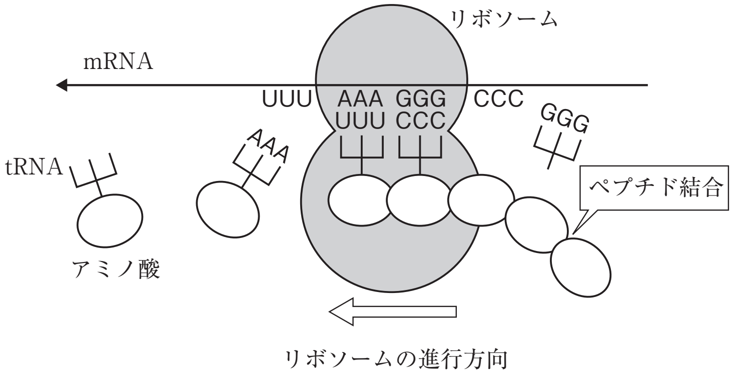
・転写とスプライシング



・発現する領域のDNA二本鎖が一本鎖に開裂
・二本鎖のうち一本を鋳型として，相補的な塩基配列を持つRNAがRNAポリメラーゼによって合成される。“転写”
・RNAのうち，イントロンに由来する部分が除去され，エキソン由来の断片が結合，mRNAが合成される。“スプライシング”

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆翻訳



・核外に出たmRNAがリボソームと結合
・リボソームにおいて、mRNAの3つ組み塩基(コドン)に対応するアンチコドンをもったtRNAが塩基間で相補的な水素結合を形成
・tRNAはアンチコドンに対応した特定のアミノ酸と結合している。tRNAの運んできたアミノ酸間が順次ペプチド結合を形成していくことでタンパク質が合成される。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■コドン表

…ニーレンバークやコラーナらによって，塩基配列とアミノ酸配列の対応関係が解明された。塩基とアミノ酸の対応関係は，一般的にmRNAの３つ組み塩基に対応するアミノ酸の形で表にまとめられている。

1番目の塩基	2番目の塩基								3番目の塩基
	U		C		A		G		
U	UUU	フェニルアラニン(Phe)	UCU	セリン(Ser)	UAU	チロシン(Tyr)	UGU	システイン(Cys)	U
U	UUC		UCC		UAC		UGC		C
U	UUA	ロイシン(Leu)	UCA		UAA	終止コドン	UGA	終止コドン	A
U	UUG		UCG		UAG		UGG	トリプトファン(Trp)	G
C	CUU	ロイシン(Leu)	CCU	プロリン(Pro)	CAU	ヒスチジン(His)	CGU	アルギニン(Arg)	U
C	CUC		CCC		CAC		CGC		C
C	CUA		CCA		CAA	グルタミン(Gin)	CGA		A
C	CUG		CCG		CAG		CGG		G
A	AUU	イソロイシン(Ile)	ACU	トレオニン(Thr)	AAU	アスパラギン(Asn)	AGU	セリン(Ser)	U
A	AUC		ACC		AAC		AGC		C
A	AUA		ACA		AAA	リシン(Lys)	AGA	アルギニン(Arg)	A
A	AUG	開始コドン メチオニン(Met)	ACG		AAG		AGG		G
G	GUU	バリン(Val)	GCU	アラニン(Ala)	GAU	アスパラギン酸(Asp)	GGU	グリシン(Gly)	U
G	GUC		GCC		GAC		GGC		C
G	GUA		GCA		GAA	グルタミン酸(Glu)	GGA		A
G	GUG		GCG		GAG		GGG		G

- AUGは開始コドン（メチオニン指定）
- UAA，UAG，UGAは終止コドン（ナンセンスコドン）
- コドンは4^3＝64通り，指定すべき情報はアミノ酸20種類＋終止の21種類
  →複数のコドンが同じアミノ酸を指定する場合がある。
  最大６種のコドンが同じアミノ酸を指定（ロイシン，セリン，アルギニン）
  １種のコドンでしか指定されないアミノ酸もある。（メチオニン，トリプトファン）

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第13講　演習問題

遺伝情報の発現に関する次の文章を読み，以下の問い1)～4)に答えよ。

DNAは，塩基配列という形で遺伝情報を保持している。この塩基配列によって，生命活動で中心的な役割を担うタンパク質のアミノ酸配列が決められる。DNAには，[1]とよばれる特別な塩基配列をもつ領域があり，そこに[2]という酵素が結合し，DNAの2本鎖がほどけて，片方の1本鎖の塩基に対して相補的な塩基をもつRNAが合成される。この過程を[3]という。遺伝子のうちタンパク質の遺伝情報をもたない部分は[4]と呼ばれ，[3]直後に[5]という過程で除かれる。[3]や[5]の過程を経て作られたア)伝令RNA(mRNA)は，細胞質で[6]と結合する。[6]では，mRNAのイ)コドンに対応するアミノ酸をもった[7]が，アンチコドンの部分でmRNAのコドンと結合する。[7]によって運ばれたアミノ酸は，できつつあるタンパク質の末尾のアミノ酸と[8]結合によって連結され，[7]はmRNAから離れる。この過程は，mRNAの塩基配列がアミノ酸配列に読みかえられることから[9]と呼ばれている。このような過程が繰り返されて，DNAの遺伝情報どおりのタンパク質が合成される。塩基の組み合わせによる配列で，タンパク質を作る[10]種類のアミノ酸の配列が決定される。

1)　上の文章の空欄[1]～[10]に入る最も適当なものを，次の①～⑳の中からそれぞれ１つずつ選べ。

①　20	②　32	③　64
④　転写	⑤　複製	⑥　翻訳
⑦　連鎖	⑧　リパーゼ	⑨　ペプチド
⑩　エキソン	⑪　転移RNA(tRNA)	⑫　ゴルジ体
⑬　リボソーム	⑭　DNAリガーゼ	⑮　イントロン
⑯　オペレーター	⑰　プロモーター	⑱　スプライシング
⑲　RNAポリメラーゼ	⑳　DNAポリメラーゼ	

2)　下線部ア)のmRNAに含まれる塩基配列として最も適当なものを，次の①～⑥の中から1つ選べ。

①　GAATCCGCTAGUGCT	②　AUUTACTACTTTUTA
③　ATCCGCAACTGCTTT	④　UATGGAGATTGUGAG
⑤　CUUCGCAAUCGACUU	⑥　TUUGTCTGCTGGTCT

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

3)　ヒトのある組織に含まれるDNAの塩基の割合を分析した結果は，塩基数全体に対してGの割合は19.9%，Cの割合は19.8%であった。また，ヒトのあるタンパク質の合成過程に生じたmRNAに含まれる塩基を分析した結果は，塩基数全体に対してGの割合は20.9%，Cの割合は35.1%であった。DNAとmRNAでGとCの存在比が違う理由として最も適当なものを，次の①～⑤の中から１つ選べ。

①　mRNAのヌクレオチド鎖はDNAのヌクレオチド鎖より短い。
②　DNAは２本鎖であるが，mRNAは１本鎖である。
③　DNAは核に存在するが，mRNAは核と細胞質に存在する。
④　DNAはヒストンと結合できるが，mRNAはヒストンと結合しない。
⑤　DNAの糖はデオキシリボースであるが，mRNAの糖はリボースである。

4)　下線部イ)のコドンに関して，大腸菌をすりつぶした抽出液にアミノ酸やRNAなどを加えてポリペプチドを合成する実験を行った。これまでの実験で，AAUはアスパラギンに対応し，UAAはアミノ酸に対応していないことがわかっている。さらに，次の実験1～3を行った。実験の結果から新たに判明したコドンとアミノ酸の組み合わせとして最も適当なものを，次の①～⑫の中から２つ選べ。

実験1.　UAのくり返し(UAUA……)の塩基配列からなるRNAを加えると，チロシンとイソロイシンが交互に配列したポリペプチドが合成された。

実験2.　UUAのくり返し(UUAUUA……)の塩基配列からなるRNAを加えると，ロイシン，チロシン，イソロイシンのいずれかだけからなる3種類のポリペプチドが合成された。

実験3.　AAUのくり返し(AAUAAU……)の塩基配列からなるRNAを加えると，アスパラギンとイソロイシンのいずれかだけからなる2種類のポリペプチドが合成された。

①　AUU－チロシン　　②　AUU－ロイシン　　③　AUU－イソロイシン
④　AUA－チロシン　　⑤　AUA－ロイシン　　⑥　AUA－イソロイシン
⑦　UAU－チロシン　　⑧　UAU－ロイシン　　⑨　UAU－イソロイシン
⑩　UUA－チロシン　　⑪　UUA－ロイシン　　⑫　UUA－イソロイシン

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第13講　確認テスト

真核生物の遺伝情報の発現に関する次の文章1と文章2を読み，以下の問1〜問4に答えよ。

文章1　DNAの遺伝情報はRNAに転写され，タンパク質に翻訳される。遺伝子の転写開始部位の近くには，［ア］とよばれる領域が存在する。転写は，まず［イ］とよばれるタンパク質が［ア］に結合し，次に［ウ］とよばれるタンパク質が［イ］を認識してDNAと結合し，これらが複合体を形成することで開始される。

問1　文章1の中の［ア］〜［ウ］にあてはまる適切な語をそれぞれの〔選択肢〕のうちから選べ。

〔［ア］の選択肢〕

a）オペレーター　b）オペロン　c）プロモーター

d）リプレッサー　e）レプリケーター

〔［イ］，［ウ］の選択肢〕

a）DNA合成酵素（DNAポリメラーゼ）

b）RNA合成酵素（RNAポリメラーゼ）

c）基本転写因子

d）制限酵素

e）調節タンパク質

問2　真核生物の転写とその産物についての記述として適切なものをa)〜e)のうちから<u>全て</u>選べ。

a）DNAから転写されたmRNA前駆体は核外に輸送され，スプライシングによってイントロンが取り除かれてmRNAが作られる。

b）mRNA前駆体からスプライシングによって取り除かれる部位が変化することによって，1種類のmRNA前駆体から2種類以上のmRNAが合成されることがある。

c）DNAから転写されたmRNA前駆体では，シャルガフの規則どおりにグアニン(G)とシトシン(C)の存在比が同じであるが，スプライシングによってイントロンが取り除かれたmRNAでは，シャルガフの規則は成り立たない。

d）DNAからは，mRNA，tRNA，rRNAのほかに，RNAの分解などに関与する多数の小さなRNAが合成される。

e）RNA合成酵素は，3′側から5′側の方向へヌクレオチドを連結してRNAを合成する。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

文章２　表１に示した64種類の遺伝暗号は以下のような実験によって解読された。大腸菌をすりつぶしてタンパク質合成に必要な物質を含む溶液を調製し，これに人工的に合成したRNAを加えて，どのようなポリペプチドが合成されるかを観察した。たとえば，塩基としてウラシル(U)だけからなる人工RNA(UUUUUUUUUU…)からはフェニルアラニンだけからなるポリペプチドが，アデニン(A)とシトシン(C)の繰り返しからなる人工RNA(ACACACACAC…)からはトレオニンとヒスチジンが交互に繰り返したポリペプチドが，それぞれ合成された。

※この実験は，RNAが開始コドンAUGを持たなくてもRNAの任意の位置から翻訳が開始される条件で行われた。

表１　コドン表

1番目の塩基	2番目の塩基 U		2番目の塩基 C		2番目の塩基 A		2番目の塩基 G		3番目の塩基
U	UUU	フェニルアラニン(Phe)	UCU	セリン(Ser)	UAU	チロシン(Tyr)	UGU	システイン(Cys)	U
U	UUC	フェニルアラニン(Phe)	UCC	セリン(Ser)	UAC	チロシン(Tyr)	UGC	システイン(Cys)	C
U	UUA	ロイシン(Leu)	UCA	セリン(Ser)	UAA	終止コドン	UGA	終止コドン	A
U	UUG	ロイシン(Leu)	UCG	セリン(Ser)	UAG	終止コドン	UGG	トリプトファン(Trp)	G
C	CUU	ロイシン(Leu)	CCU	プロリン(Pro)	CAU	ヒスチジン(His)	CGU	アルギニン(Arg)	U
C	CUC	ロイシン(Leu)	CCC	プロリン(Pro)	CAC	ヒスチジン(His)	CGC	アルギニン(Arg)	C
C	CUA	ロイシン(Leu)	CCA	プロリン(Pro)	CAA	グルタミン(Gin)	CGA	アルギニン(Arg)	A
C	CUG	ロイシン(Leu)	CCG	プロリン(Pro)	CAG	グルタミン(Gin)	CGG	アルギニン(Arg)	G
A	AUU	イソロイシン(Ile)	ACU	トレオニン(Thr)	AAU	アスパラギン(Asn)	AGU	セリン(Ser)	U
A	AUC	イソロイシン(Ile)	ACC	トレオニン(Thr)	AAC	アスパラギン(Asn)	AGC	セリン(Ser)	C
A	AUA	イソロイシン(Ile)	ACA	トレオニン(Thr)	AAA	リシン(Lys)	AGA	アルギニン(Arg)	A
A	AUG	開始コドン メチオニン(Met)	ACG	トレオニン(Thr)	AAG	リシン(Lys)	AGG	アルギニン(Arg)	G
G	GUU	バリン(Val)	GCU	アラニン(Ala)	GAU	アスパラギン酸(Asp)	GGU	グリシン(Gly)	U
G	GUC	バリン(Val)	GCC	アラニン(Ala)	GAC	アスパラギン酸(Asp)	GGC	グリシン(Gly)	C
G	GUA	バリン(Val)	GCA	アラニン(Ala)	GAA	グルタミン酸(Glu)	GGA	グリシン(Gly)	A
G	GUG	バリン(Val)	GCG	アラニン(Ala)	GAG	グルタミン酸(Glu)	GGG	グリシン(Gly)	G

問３　文章２に示した実験を行った人物の名前をa)～h)のうちから全て選べ。

a)　エイブリー　　b)　岡崎令治　　c)　コラーナ

d)　コーンバーグ　　e)　シャルガフ　　f)　スタール

g)　ニーレンバーグ　　h)　メセルソン

ⓒRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問4　連続した3つの塩基AUUの繰り返しからなる人工RNA(AUUAUUAUU…)を用いると，どのようなポリペプチドが合成されるか。適切なものをa)～e)のうちから選べ。ただし，適切なものがない場合はf)と答えよ。

a)　イソロイシンだけからなるポリペプチドのみが得られる。

b)　イソロイシンとロイシンが交互に繰り返したポリペプチドのみが得られる。

c)　イソロイシンとチロシンが交互に繰り返したポリペプチドのみが得られる。

d)　イソロイシンとロイシンとチロシンが順不同に並んだポリペプチドのみが得られる。

e)　イソロイシンとロイシンとチロシンがこの順に繰り返したポリペプチドのみが得られる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

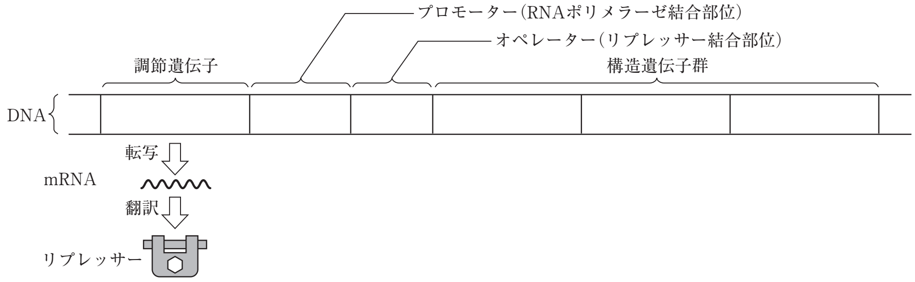
第14講　遺伝子発現の調節

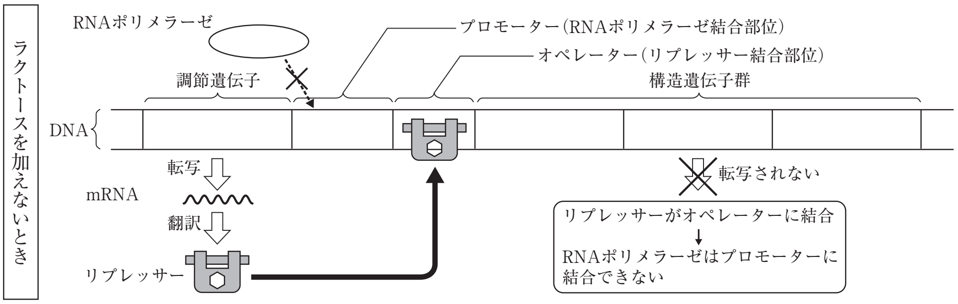
■原核生物の遺伝子発現調節・オペロン

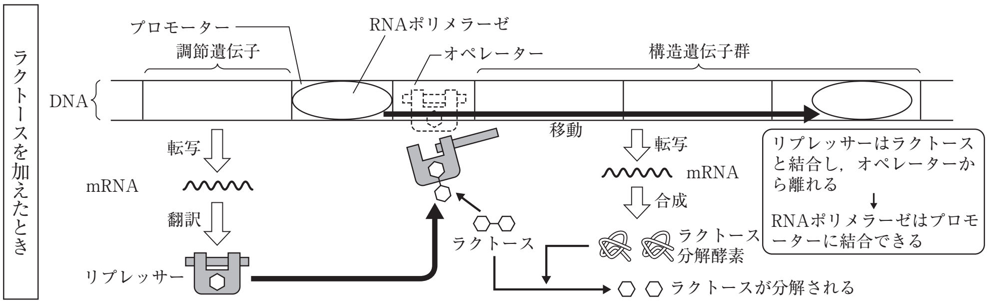
…原核生物のDNA上では機能的に関連のある遺伝子が隣接しており，調節タンパク質とオペレーターの作用によりまとめて転写される場合が多い。この同時に転写される遺伝子群をオペロンと呼ぶ。

◆ラクトースオペロン

大腸菌のゲノムDNA

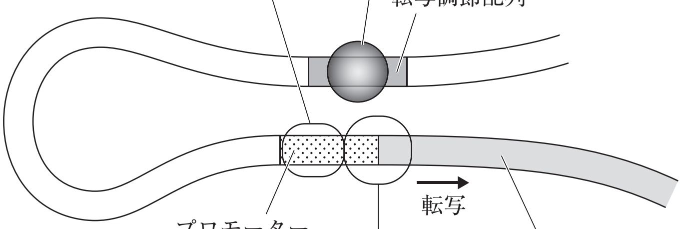






ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■真核生物の遺伝子発現調節

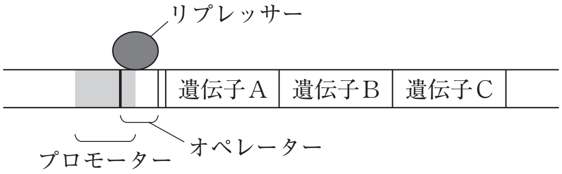


©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第14講　演習問題

次の文章を読んで，下の問い（問1〜問5）に答えよ。

現在の遺伝子の発現調節に関する理解は，［1］と［2］によって提唱されたオペロン説にその源流を見つけることができる。大腸菌を培養するためには，培地に炭素栄養源としてグルコースを加えるのが一般的である。しかし，グルコースの代わりにラクトースを加えても，大腸菌はラクトースを分解してグルコースを生成するようになる。大腸菌がラクトースを利用するためには3種類の酵素が必要であり，これらの酵素の合成はラクトースによって同時に誘導される。しかし，ア）大腸菌の突然変異株のなかに，ラクトースがなくても，常にこれらの酵素を発現しているものが見つかった。［1］と［2］は，これらの現象を説明するために，下図のようなモデルを提唱した。



図

問1　空欄［1］と［2］に入れるのに，最も適当なものを次の①〜⓪から選べ。ただし，解答の順序は問わない。

① 岡崎　② クリック　③ ジャコブ
④ スタール　⑤ ニーレンバーグ　⑥ ハーディ
⑦ メセルソン　⑧ モノー　⑨ ワインベルグ
⓪ ワトソン

問2　オペロンを構成する分子の名称として，最も適当なものを次の①〜⑤から選べ。

① DNA　② mRNA　③ rRNA　④ tRNA　⑤ タンパク質

問3　図中のリプレッサーに関する次の記述a〜dのうち，正しいものはどれか。最も適当な組み合わせを，下の①〜⑥から選べ。

a. 培地中にラクトースが加えられることにより誘導される。
b. DNAの特定の塩基配列を認識して結合する。
c. DNAを鋳型にして，RNAを合成する。
d. ラクトースに由来する物質が結合すると，オペレーターから離れる。

① aとb　② aとc　③ aとd　④ bとc　⑤ bとd
⑥ cとd

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問4　図中のプロモーターに関する次の記述a～dのうち，正しいものはどれか。最も適当な組み合わせを，下の①～⑥から選べ。

a. 転写開始部位の近くに存在する。

b. 主に調節タンパク質が結合する。

c. タンパク質のアミノ酸配列の情報を含んでいる。

d. プロモーターがないと，遺伝子は発現しない。

①　aとb　②　aとc　③　aとd　④　bとc　⑤　bとd
⑥　cとd

問5　下線部ア）の突然変異株にはX株とY株の2種類があり，それぞれの株は大腸菌ゲノム上の別々の場所に変異が見つかっている。X株に正常な遺伝子をプラスミドに組み込んで導入し，正常な遺伝子と突然変異した遺伝子が共存すると，野生型と同じ形質に戻るが，Y株に正常な遺伝子を導入してもラクトースを利用するための3種類の酵素は常に発現したままである。

X株とY株は，それぞれ大腸菌ゲノム上のどの領域に変異が起きていると考えられるか。最も適当なものを下の①～⑥から選べ。ただし，X株，Y株ともに，突然変異は1か所のみに起きているとする。

①　遺伝子A　②　遺伝子B
③　遺伝子C　④　オペレーター
⑤　プロモーター　⑥　リプレッサーをコードする遺伝子

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第14講　確認テスト

原核生物における遺伝子の発現調節に関する文章を読み，次の問1から問3に答えなさい。

DNAがもつ様々な遺伝情報（遺伝子）は全てが常に発現しているわけではない。発生や成長の過程，環境条件によって必要な遺伝子が選択的に発現するよう調節されている。大腸菌の生育にはグルコースを必要とするが，培地中にグルコースがなくラクトースのみが含まれている場合は(a)ラクトースを分解してグルコースをつくるための複数の遺伝子の転写がまとめて誘導され，生育することが可能である。この遺伝子発現調節のしくみを調べるために，グルコースを含む培地で培養した大腸菌を以下のⅰ）～ⅳ）の液体培地に少量接種し，培養開始後の菌数を一定時間毎に測定した。

ⅰ）　グルコースのみが含まれる培地
ⅱ）　グルコースとラクトースが含まれる培地
ⅲ）　ラクトースのみが含まれる培地
ⅳ）　ラクトースと阻害剤※が含まれる培地

※阻害剤は調節タンパク質とラクトースの結合を阻害する物質とする。

問１　下線部(a)で述べられているような機能的に関連のある遺伝子が隣接し，まとめて発現調節されるような遺伝子群の名称として適切なものを，次の①～⑤の中から選びなさい。

①　基本転写因子　　②　オペレーター　　③　トリプレット
④　オペロン　　⑤　プロモーター

問２　培地ⅰ）～ⅳ）でそれぞれ培養したときの大腸菌の培養時間と菌数の変化を示すグラフを図1のA～Eから選択し，それらの組み合わせとして適切なものを，次の①～⑤の中から選びなさい。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

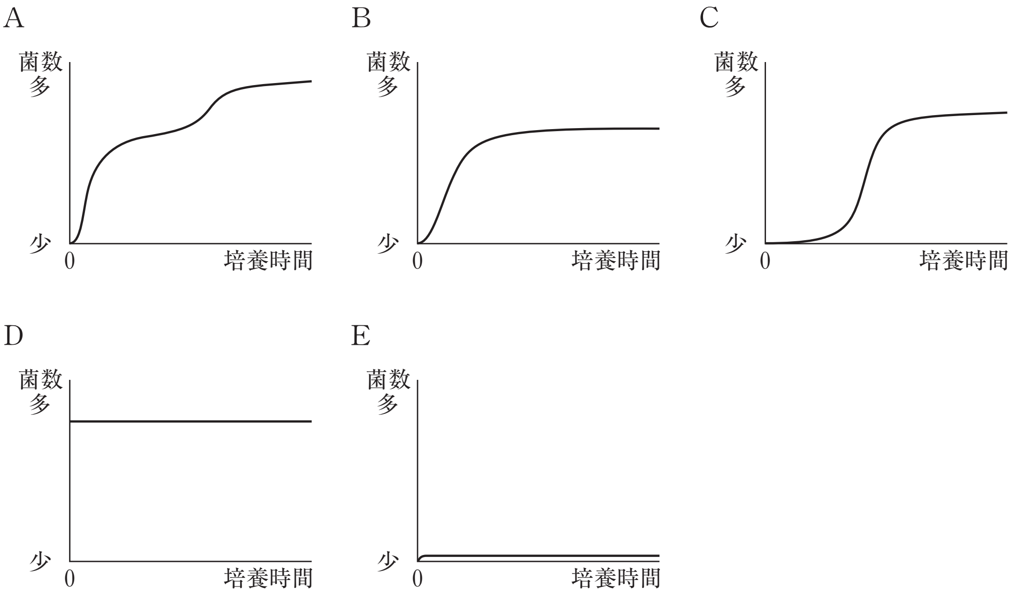


図１　培養時間と大腸菌数の変化

	ⅰ）	ⅱ）	ⅲ）	ⅳ）
①	A	B	C	D
②	A	D	B	C
③	B	A	C	E
④	B	C	A	E
⑤	C	D	A	B

問３　培地中のラクトースの有無によるラクトース代謝酵素遺伝子群の発現調節に関する記述として**適切でない**ものを，次の①～⑤の中から１つ選びなさい。

①　この遺伝子群の発現を調節する調節タンパク質は，DNA上の別の場所にある調節遺伝子から常につくられている。

②　この遺伝子群に作用する調節タンパク質はリプレッサーとしてはたらき，転写を抑制する負の調節作用をもつ。

③　この遺伝子群のオペレーター領域に調節タンパク質が結合すると，RNAポリメラーゼがプロモーターから進めず，転写が起こらない。

④　この遺伝子群のオペレーター領域は，プロモーター領域の下流（ラクトース代謝酵素遺伝子群寄り）に位置する。

⑤　RNAポリメラーゼは基本転写因子とともにプロモーター領域に結合し，転写調節因子によって転写活性が調節される。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第15講　変異

■変異

・環境変異　…　遺伝的要因によらない形質の違い　ex　一卵性双生児に見られる差異

・突然変異　…　遺伝的要因による同種個体間の形質の違い

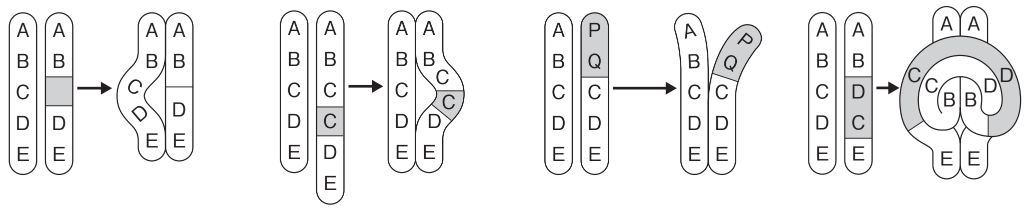
　　染色体突然変異　…　染色体レベルの変化

　　遺伝子突然変異　…　塩基配列レベルの変化

◆染色体突然変異　…　染色体の構造や数の変化

・構造の変化

欠失　　重複　　転座　　逆位



一部が切れて欠ける　　一部が重複する　　一部がほかの染色体へ付着する　　一部が切れて配列が逆になる

・数の変化　　…　染色体数が $2n$ 以外

異数性　$2n\pm1$，2，3…

倍数性　$3n$，$4n$，$5n$…

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆**遺伝子突然変異**　…　塩基配列の変化

置換　…　塩基が他の塩基と入れ換わる。

・塩基置換によって，指定されるアミノ酸が変化する。
・塩基置換によって，指定されるアミノ酸が変化しない。
・塩基置換によって終止コドンが指定され，本来よりも短いポリペプチドが合成される。

ex　ヒト　鎌形赤血球貧血症

正常　DNA　-GGACTCCTC-
　　　mRNA　-CCUGAGGAG-
　　　プロリン　グルタミン酸　グルタミン酸

突然変異体　DNA　-GGAC A CCTC-
　　　　　　mRNA　-CCUG U GGAG-
　　　　　　プロリン　バリン　グルタミン酸

欠失，付加　…　塩基の一部が抜け落ちたり，追加されることでトリプレットの読み枠が変化，読み枠の変化によって，変化発生箇所の下流においてもアミノ酸配列が大きく変化するため，重篤な表現型の変化につながりやすい。

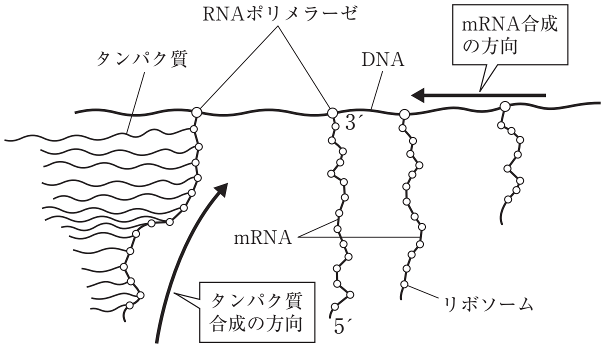
正常　DNA　-CCCTTTAAATTT-
　　　mRNA　-GGGAAAUUUAAA-
　　　グリシン　リシン　フェニルアラニン　リシン…

突然変異体　DNA　-CCCT　TAAATTT-
　　　　　　mRNA　-GGGA　AUUUAAA-
　　　　　　グリシン　アスパラギン　ロイシン…

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆原核生物の遺伝子発現

…核膜の無い原核生物では，転写と翻訳が同時に進行する。



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第15講　演習問題

DNAと遺伝子発現に関わる以下の問い(1)〜(3)に答えなさい。

(1)　2本鎖構造のDNAに含まれる4種類の塩基，アデニン，シトシン，グアニンおよびチミンの数を，それぞれ，n_A，n_C，n_Gおよびn_Tとしたとき，下記(a)〜(d)の式の値はいくつであるか，答えなさい。その値が一定でなくDNA種によって異なる時は，×と答えなさい。

(a)　$\frac{[n_A + n_T]}{[n_A + n_C + n_G + n_T]}$　　(b)　$\frac{[n_A + n_C]}{[n_A + n_C + n_G + n_T]}$

(c)　$\frac{[n_A + n_G]}{[n_C + n_T]}$　　(d)　$\frac{[n_A - n_T]}{[n_A + n_C + n_G + n_T]}$

(2)　図1は,1600ヌクレオチドの長さのDNA領域での遺伝子発現を模式的に示した図である。図中のDNA鎖の上に示した数字は,DNA上の距離をヌクレオチド数で示したものである。また，(ア)〜(カ)の直線は伝令RNAを示している。下記(a)〜(h)を読み，答えなさい。

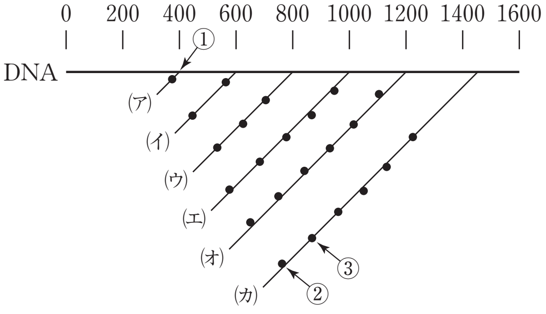


図1　遺伝子発現の模式図

(a)　図1の①で示した部位,すなわち伝令RNAの一端に存在する酵素の名称を答えなさい。

(b)　①に存在する酵素は，図1において，DNA上を右→左，左→右いずれに移動するか答えなさい。

(c)　伝令RNA(ア)の鎖の長さは100ヌクレオチドである。伝令RNA(オ)の鎖の長さを100の倍数で答えなさい。

(d)　転写はDNA上のどこから開始されるのか，DNAの上に示した数字をもとに100の倍数で答えなさい。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

(e)　図1には示していないが，黒粒子から高分子化合物が伸びている。図1の黒粒子は何を示しているのか答えなさい。

(f)　②と③とは150ヌクレオチド離れている。②と③の黒粒子からそれぞれ伸びている2本の高分子化合物の鎖の長さの差を，鎖を構成する単位分子の数で答えなさい。

(g)　(カ)において，RNA合成が始まった場所は，(カ)の上右端あるいは下左端いずれであるか答えなさい。

(h)　この図は，原核細胞，真核細胞いずれを示したものか。理由を40字以内で示し答えなさい。

(3)　図2はある伝令RNAの一部である9塩基を示したものであり，それが翻訳されると，メチオニン－トリプトファン－ヒスチジンの順に連結した分子が合成される。下記(a)および(b)に答えなさい。

1 2 3 4 5 6 7 8 9
AUGUGGCAU

表1　コドン表

第1文字	第2文字 U		第2文字 C		第2文字 A		第2文字 G		第3文字
U	UUU	フェニルアラニン	UCU	セリン	UAU	チロシン	UGU	システイン	U
U	UUC		UCC		UAC		UGC		C
U	UUA	ロイシン	UCA		UAA	終止	UGA	終止	A
U	UUG		UCG		UAG		UGG	トリプトファン	G
C	CUU	ロイシン	CCU	プロリン	CAU	ヒスチジン	CGU	アルギニン	U
C	CUC		CCC		CAC		CGC		C
C	CUA		CCA		CAA	グルタミン	CGA		A
C	CUG		CCG		CAG		CGG		G
A	AUU	イソロイシン	ACU	トレオニン	AAU	アスパラギン	AGU	セリン	U
A	AUC		ACC		AAC		AGC		C
A	AUA		ACA		AAA	リシン	AGA	アルギニン	A
A	AUG	メチオニン(開始)	ACG		AAG		AGG		G
G	GUU	バリン	GCU	アラニン	GAU	アスパラギン酸	GGU	グリシン	U
G	GUC		GCC		GAC		GGC		C
G	GUA		GCA		GAA	グルタミン酸	GGA		A
G	GUG		GCG		GAG		GGG		G

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

(a)　このRNA配列中の1塩基が突然変異により他の塩基に置き換わったが，この変異した配列が翻訳されて作られるアミノ酸の配列に変化はなかった。何番目の塩基がどのような塩基に置き換わったと考えられるか。コドン表(表1)を参考にして答えなさい。

(　　　)番目の塩基が(　　　)に変化した。

(b)　このRNA配列中の1塩基が突然変異により他の塩基に置き換わった結果，メチオニンは翻訳されるが，メチオニンよりあとのアミノ酸の翻訳が起こらなくなった。何番目の塩基がどのような塩基に置き換わったと考えられるか，コドン表(表1)を参考にして，2つの答を答えなさい。

(　　　)番目の塩基が(　　　)に変化した。
(　　　)番目の塩基が(　　　)に変化した。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第15講　確認テスト

遺伝子に関する文章を読み，次の問1から問3に答えなさい。

生物の設計図はDNAである。DNAはRNAに転写され，その後タンパク質に翻訳される。例えばフェニルアラニンを指定するRNA配列はUUUとUUCである。ニーレンバーグは人工的に組み合わせた3つの塩基を，アミノ酸やATPを含む大腸菌をすり潰した溶液に混合し，どのようなポリペプチド鎖ができるかを調べた。その結果，例えばUUUを人為的につないだ配列からは，フェニルアラニンのつながったポリペプチドが合成された。これらの実験を繰り返し，特定の3つの塩基配列が指定するアミノ酸が明らかとなった。理論上は(　ア　)種類のコドンであるが，実際のアミノ酸を指定するコドンは(　イ　)種類で，これらのコドンが(　ウ　)種類のアミノ酸を指定することがわかってきた。

問1　文中の(　ア　)から(　ウ　)に入る数字の組み合わせとして適切なものを，次の①～⑤の中から選びなさい。

	(　ア　)	(　イ　)	(　ウ　)
①	64	62	21
②	64	61	20
③	27	60	30
④	27	60	20
⑤	81	64	32

問2　ニーレンバーグと同じ手法を用いて実験を行うと，3つの塩基を1組とした，その組の繰り返し配列では，理論上最大3種類のアミノ酸のポリペプチドが得られるはずである。しかしある組み合わせでは2種類のみである場合があった。後にそのコドンは翻訳が停止する配列であり，終止コドンと命名された。その終止コドンの説明として適切なものを，次の①～⑤の中から選びなさい。

① 終止コドンはAUGの配列をもち，転写されたtRNAが重積して翻訳が停止する。

② 終止コドンはUAA，UAG，UGAの3種類があり，対応するtRNAを持たない。

③ 終止コドンはUAから始まるコドン全てであり，いずれもがtRNAとしてUAUとなり，翻訳が停止する。

④ 終止コドンはDNA配列が終わる最終の部位に存在し，それ以上先にはDNAの配列が存在しない。

⑤ 終止コドンと開始コドンは常に隣り合わせにつながっており，終止コドンが終わり次第，次のタンパク質の翻訳が開始される。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　DNAの複製時などに遺伝子配列の間違いが生じる突然変異の説明として適切なものを，次の①～⑤の中から2つ選びなさい。

①　塩基の配列が変わったために，終止コドンの配列となり，翻訳が停止することをSNP(スニップ)という。

②　塩基の配列が変わったために，異なるアミノ酸配列が翻訳されることを，ミスセンス突然変異という。

③　塩基の配列が前後で入れ替わり，1つのアミノ酸が変化することをフレームシフト突然変異という。

④　突然変異が特に適応的に不利でない場合は，その遺伝子が集団内に残り，遺伝的多様性を高める要因となる場合がある。

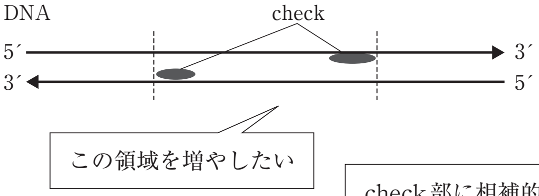
⑤　突然変異は哺乳類では時折観察されるが,遺伝子構造が単純な大腸菌では起こらない。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第16講　バイオテクノロジー①

■PCR法　…　特定のDNA領域を増幅する。

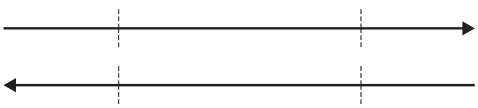


反応溶液に，目的の領域を含むDNA断片，大量のヌクレオチド，DNAポリメラーゼ，大量のプライマーを入れる

check部に相補的に結合する短いDNA断片（RNA断片の場合もあり）ポリメラーゼによるDNA合成の起点となる。方向性に注意が必要。

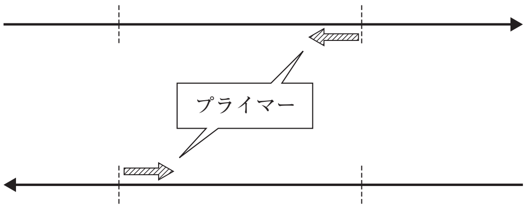
温泉に生息する好熱性細菌より抽出，最適温度は72℃，90℃以上の条件でも熱変性しない。

Step1　95℃にて



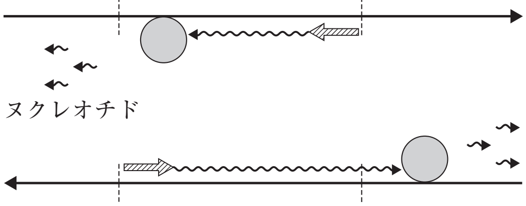
・水素結合がほどけて，２本鎖DNAから１本鎖DNAへ開裂する。

Step2　55℃にて

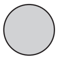


・多量に存在するプライマーがcheck部に結合，部分的に2本鎖を形成することでDNAポリメラーゼの起点となる。

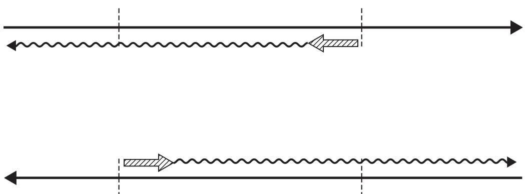
Step3　72℃にて



・最適温度にてDNAポリメラーゼがDNA合成開始

：DNAポリメラーゼ

：新生されたヌクレオチド鎖



Step1からStep3を繰り返すことで，DNAは２倍に増幅される。１サイクル10分程度で終了する。
一晩PCR装置を動かしておくだけで，１分子のDNAから十分な量のDNA断片を得ることが出来る。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

〈Note〉

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第16講　演習問題

A

インフルエンザウイルスのゲノムの検出に有効な検査法として，PCR（ポリメラーゼ連鎖反応）法が広く使われている。その一般的な手順は以下のとおりである。

インフルエンザウイルスのゲノムはRNAであるため，まず，［ア］酵素を用いてゲノムRNAと［イ］的なDNAを合成する必要がある。つぎに，こうして合成されたDNAの特定の領域を増幅する。そのためには，一対の［ウ］（増幅したい領域の末端部分に［イ］的な短い1本鎖DNA）が必要である。それらに加えて，DNAの合成には［エ］という酵素と4種類の［オ］が必要である。以上すべてを混合させた溶液を用いて次のような実験操作をおこなう。

① 溶液を約［a］℃で保温する。するとDNAの2本鎖間の結合が切れて，2本の1本鎖DNAに分かれる。

② 溶液の温度を［b］℃にして，①の1本鎖DNAに［ウ］を結合させる。

③ 溶液の温度を約［c］℃にして［エ］をはたらかせると，それぞれの1本鎖DNAに［イ］的なDNAが合成される。

④ ①～③を繰り返す。

1．空欄［ア］～［オ］に入る適切な語句を記せ。

2．空欄［a］，［b］，［c］に入る数字として最も適切な組み合わせをA～Eの中から選べ。

	A	B	C	D	E
a	90	70	60	90	60
b	60	90	70	60	90
c	70	60	90	90	60

3．［ア］はある種のウイルスなどに見られる特殊な現象であり，一般的には<u>遺伝情報はDNAからRNAへと伝えられる</u>。この下線部の過程の名称およびそれを触媒する酵素の名称を答えよ。

4．①で切れる結合の名称を記せ。また，その結合には，［オ］を構成する3つの部分のうちどれが関与するか。その部分の名称（物質名）を記せ。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

5．現在一般的なPCR法では，特殊な［エ］を用いる。通常の［エ］を用いて前述の操作をおこなってもDNAは増幅されないからである。たとえば，大腸菌の［エ］を用いてPCR法をおこなうためには，a③の操作のたびに［エ］を加え，b③の反応は30～40℃でおこなう必要がある。下線部a，bの操作が必要な理由をそれぞれ句読点を含めて20文字以内で記せ。

6．①～③のサイクルを20回おこなうと理論上DNAは約何倍に増えるか。適切な答えをA～Fの中から選べ。

A．50,000　　B．100,000　　C．500,000　　D．1,000,000
E．5,000,000　　F．10,000,000

B

1　次の配列をもつ2本鎖DNAをPCR法で増幅させたい。ただし，2本鎖のうちの一方の鎖の5′側からの配列のみを記してある。PCR法を実行するためには，2種類の短い1本鎖DNAを，次の配列中に示した2ヶ所の2重下線部に対して，それぞれ設計する必要がある。その設計として正しいものを以下の(ア)～(カ)から2つ選び，記号で答えよ。

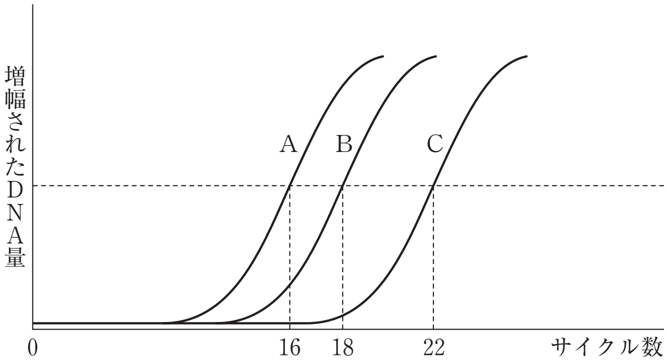
5′－AGCAATCTCTCGATCTCGGGACAGCTAGCTGGGTTTATCTTTCAATT
GGATAGCTGAAATCTAGCTAGGGAGATCATGCTAGCTAGCTATTTCGG
GCCGGTAATGCTAGCTGATCGATTGATCGTTAGCTAGCTGGTTGGGCCG
ATCGTAGGGTCGCTATCGATTCGATCCGCTCTTG－3′

図1

(ア)　5′－AGCAATCTCTCGATCTCG－3′
(イ)　5′－CGATTCGATCCGCTCTTG－3′
(ウ)　5′－CGAGATCGAGAGATTGCT－3′
(エ)　5′－CAAGAGCGGATCGAATCG－3′
(オ)　5′－TCGTTAGAGAGCTAGAGC－3′
(カ)　5′－GCTAAGCTAGGCGAGAAC－3′

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2　2本鎖DNAに結合する蛍光色素を混合してPCR法を行うと，その光を検出する機器によって増幅中のDNA量を時間を追って測定することができる。A，B，Cの3種類のサンプル溶液を用いて，目的のDNAが正確かつ効率的に増幅されるように調整されたPCR法を同時並行で実行した。その増幅中のDNA量を経時的に測定した結果を図2に示す。A，B，Cのサンプル溶液には，同一生物種由来のDNAが異なる濃度で入っているが，それ以外の条件はすべて同一である。また，この調整されたPCR法では，1サイクルでDNA量が2倍になることを確認している。



一定のDNA量に達したときのサイクル数をA，B，Cのそれぞれについて示す。

図2

(1)　PCR法の実行前にAに含まれていた目的の配列をもつDNAの濃度は，Bにおけるその濃度の何倍であったかを記せ。

(2)　PCR法の実行前にCに含まれていた目的の配列をもつDNAの濃度は，Aにおけるその濃度の何倍であったかを記せ。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第16講　確認テスト

DNAの単離とPCR法に関する次の文を読み，以下の各問いに答えよ。

目的の遺伝子と同一の塩基配列をもつDNA断片を得る操作をクローニングといい，遺伝子をクローニングするためには，最初にゲノムのDNAを単離することがふつう行われる。例えば，以下のような一般的な方法により，マウスの肝臓の細胞を材料にして，特定の遺伝子のクローニングが可能である。

(1)　マウスの肝臓をすりつぶしトリプシン溶液を加え，しばらく放置する。このとき溶液の粘性が高まる。
(2)　食塩水を加え，100℃で5分間加熱する。
(3)　溶液をろ過した後，[1]を加えると，繊維状のDNAが生じる。
(4)　単離したDNAにプライマー，ヌクレオチドなど必要な試薬を加え，特定の遺伝子を以下のような条件のPCR法で増幅させる。このとき，反応の触媒としては高温の溶液中で安定なDNAポリメラーゼを用いるのがふつうである。

PCR法の条件（aからcの操作を順番に行い，この操作を繰り返す）
a　95℃で30秒間加熱する　　b　60℃に冷却して1分間保つ
c　72℃で1分間加熱する

問1　前の文中の[1]に当てはまる最も適切な語を下の解答群から選べ。
〔解答群〕

① エンドヌクレアーゼ	② アミラーゼ	③ ATP分解酵素
④ カタラーゼ	⑤ DNAリガーゼ	⑥ 脱炭酸酵素
⑦ RNAポリメラーゼ	⑧ グルコース	⑨ グリセリン
⓪ クエン酸	ⓐ 塩　酸	ⓑ 過酸化水素
ⓒ エタノール	ⓓ 水酸化ナトリウム	

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問2　前の文中の実験におけるPCR法の条件a，b，cにおいてどのような現象が起こっているか，最も適切な記述を下の解答群から選べ。

〔解答群〕

①　ペプチド結合が生じる。
②　ヒストンが結合する。
③　ヌクレオチドから塩基がはずれる。
④　DNAの複製反応が起こる。
⑤　DNAの2本鎖のうち，どちらか一方の鎖が分解される。
⑥　RNAが合成される。
⑦　プライマーがDNAに結合する。
⑧　2本鎖DNAが1本鎖DNAに解離する。

問3　PCR法の原理に関して述べた次に示すAからDの記述のうち，正しい記述の組み合わせとして最も適切なものを下の解答群から選べ。

A　200塩基対と400塩基対のDNA領域を増幅させると，増幅回数が同じならば，増幅される400塩基対のDNA断片の数は，200塩基対の場合の半分である。

B　使用するヌクレオチドは5種類である。

C　PCR法では，2本鎖の両方をもとにしてDNAが増幅されるため，最終的には，2種類の2本鎖DNA断片がほぼ同量生じることになる。

D　理論的には，前の文中のaからcの1サイクルで目的とするDNAは4倍に増える。

〔解答群〕

①　Aのみ	②　Bのみ	③　Cのみ
④　Dのみ	⑤　AとB	⑥　AとC
⑦　AとD	⑧　BとC	⑨　BとD
⓪　CとD	ⓐ　AとBとC	ⓑ　AとBとD
ⓒ　AとCとD	ⓓ　BとCとD	ⓔ　AとBとCとD
ⓕ　すべて間違い		

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

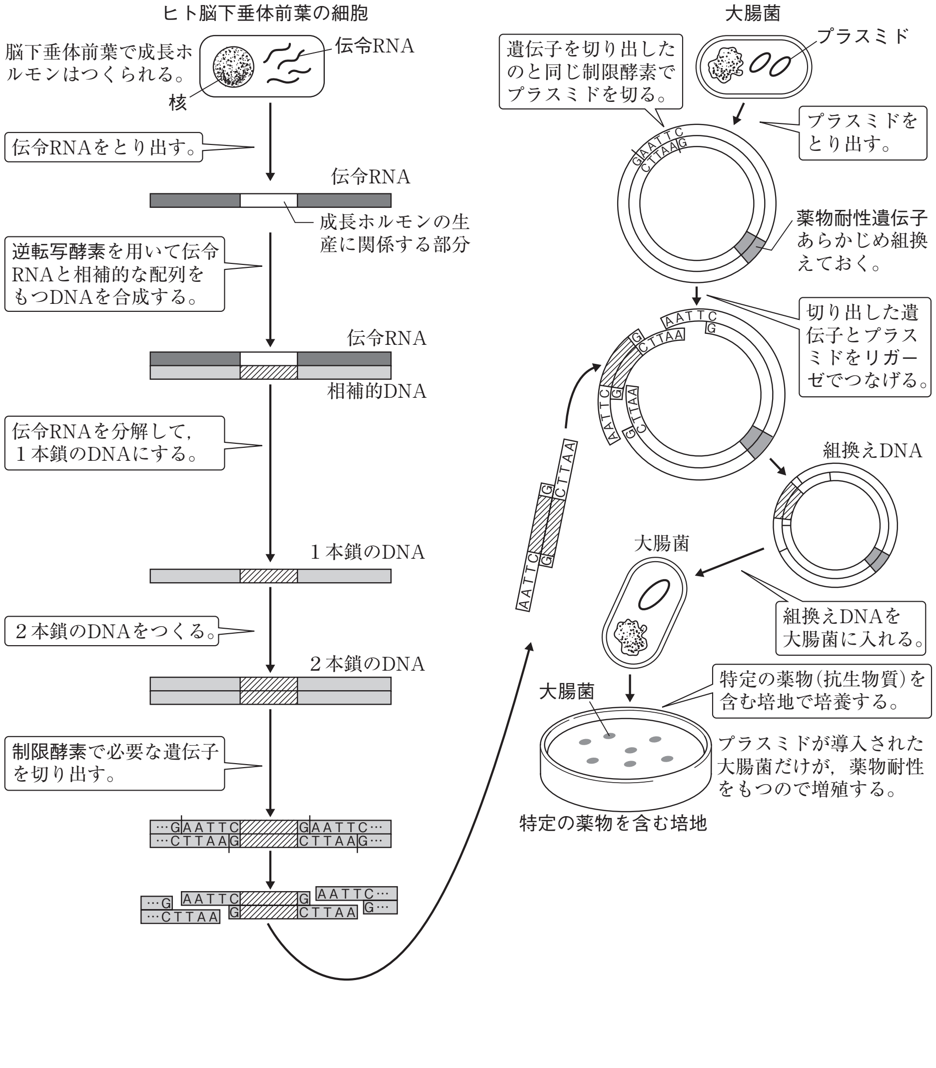
ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第17講　バイオテクノロジー②

■遺伝子組み換え

…制限酵素とリガーゼを用いて，特定の遺伝子をプラスミドに組み込み，大腸菌に導入する。外来の有用遺伝子を組み込むことで，さまざまな物質を合成させることが出来る。

ex　ヒトの成長ホルモンの合成



©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

〈Note〉

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第17講　演習問題

大腸菌とプラスミドに関する次の文章を読み，問1～問5に答えよ。

小型で環状のプラスミドDNAは，適切な処理により大腸菌に導入することができる。導入されたプラスミドは，菌の増殖とともに増える。大腸菌などの(a)細胞が別の種や系統の遺伝子を取り込み，その遺伝子が発現すると，元の細胞とは異なる形質を示す。

一般的に，プラスミドは目的のDNA断片を組み込んで利用するが，その操作でプラスミドにDNA断片が組み込まれる確率や，大腸菌にプラスミドが導入される確率は非常に低い。

図1のように，プラスミドXには，抗生物質Aを分解する酵素を発現するA^r遺伝子，ある作用をもったタンパク質Bを発現する*B*遺伝子，およびX−galという基質を分解して青色の物質を生じさせる酵素を発現する*lacZ*遺伝子が存在している。Pで示した部分は，大腸菌における常時発現型プロモーターを表している。プラスミドXには，（ⅰ）～（ⅳ）で示す部位にDNA断片を組み込むことができる。組み込み操作の際に，(b)DNA断片が組み込まれた場合にのみ，その部分の遺伝子による形質の変化が認められなくなる。なお，（ⅲ）の位置には遺伝子は存在しない。

形質発現の変化を利用して，目的の組換えプラスミドを選別するため，プラスミドXを用いて，〔実験〕を行った。

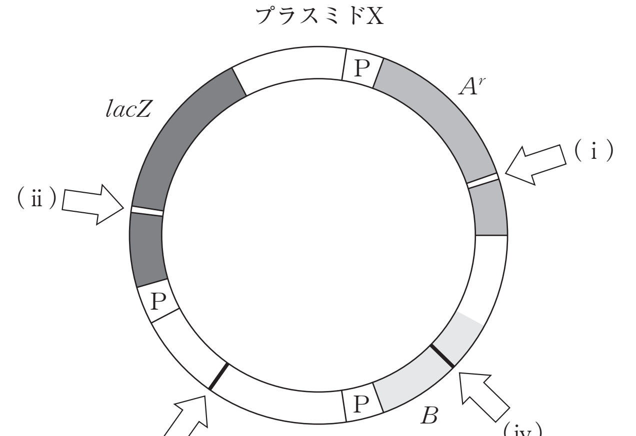


図1

〔実験〕　図1に示すプラスミドXの（ⅳ）の部分に，あるDNA断片を組み込む操作をした後，大腸菌に導入する処理をして，抗生物質Aを含む寒天培地で一晩培養した。その結果，培地には少数の大腸菌コロニーが出現した。すべてのコロニーの大腸菌からプラスミドを単離して調べると，どれも（ⅳ）の位置にDNA断片が組み込まれており，DNA断片が組み込まれていないプラスミドをもつ大腸菌は存在しなかった。このようにして（ⅳ）の位置にDNA断片を組み込んだプラスミドを選別し，これを新たにプラスミドYとした。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問１　下線部(a)のような現象を何というか。また，この現象はDNAによって引き起こされることを，肺炎双球菌を用いて示した人物は誰か。

問２　下線部(b)に関して，形質の変化が起こらなくなる理由として最も適切なものはどれか。次の(イ)〜(ニ)から１つ選び，記号で答えよ。

(イ)　プラスミドの複製ができなくなるから。
(ロ)　転写が起こらなくなるから。
(ハ)　スプライシングが正しく行われないから。
(ニ)　本来のタンパク質が発現されないから。

問３　〔実験〕の結果から，*B* 遺伝子が発現するタンパク質の性質として，最も適切と考えられるものを，次の(イ)〜(ニ)から１つ選び，記号で答えよ。

(イ)　抗生物質を菌体外へ排出する輸送タンパク質
(ロ)　大腸菌の増殖を抑制するタンパク質
(ハ)　プロモーター活性を上昇させるタンパク質
(ニ)　*lacZ* タンパク質の酵素活性を阻害するタンパク質

問４　〔実験〕で単離したプラスミドＹを，再び別の大腸菌に導入する処理をして，①〜⑧の条件で培養すると，表１に示す結果となった。表中の条件⑥の結果⑥に該当するのはどれか。次の(イ)〜(ホ)から最も適切なものを１つ選び，記号で答えよ。表中の「＋」と「－」の表記は，それぞれ「有り」と「無し」を意味する。

表１

条件	プラスミドＹ	X－gal	抗生物質Ａ	培養結果
①	＋	－	＋	白いコロニーのみが少数存在する。
②	＋	＋	＋	青いコロニーのみが少数存在する。
③	－	－	＋	コロニーが存在しない。
④	－	＋	＋	コロニーが存在しない。
⑤	＋	－	－	白いコロニーのみが多数存在する。
⑥	＋	＋	－	結果⑥
⑦	－	－	－	白いコロニーのみが多数存在する。
⑧	－	＋	－	白いコロニーのみが多数存在する。

(イ)　白いコロニーのみが，多数存在する。
(ロ)　青いコロニーのみが，多数存在する。
(ハ)　白いコロニーが多数存在する中に，青いコロニーが少数存在する。
(ニ)　青いコロニーが多数存在する中に，白いコロニーが少数存在する。
(ホ)　コロニーが存在しない。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問５　プラスミドＹに対して，さらに組換え操作を行い，プラスミドＺを作製，単離した。これを大腸菌に導入し，様々な条件で培養すると表2に示す結果となった。プラスミドＹに対して行われた組換え操作はどれか。次の(イ)〜(ニ)から最も適切なものを1つ選び，記号で答えよ。

表中の「＋」と「－」の表記は，それぞれ「有り」と「無し」を意味する。

表２

条件	プラスミドZ	X－gal	抗生物質A	培養結果
①	＋	－	－	白いコロニーのみが多数存在する。
②	＋	－	＋	コロニーが存在しない。
③	＋	＋	－	白いコロニーが多数存在する中に，青いコロニーが少数存在する。
④	＋	＋	＋	コロニーが存在しない。

(イ)　(ｉ)の位置にDNA断片を挿入した。

(ロ)　(ⅱ)の位置にDNA断片を挿入した。

(ハ)　(ⅲ)の位置にDNA断片を挿入した。

(ニ)　(ｉ)と(ⅱ)の両方の位置にDNA断片を挿入した。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第17講　確認テスト

DNAに関する次の文章1を読み，以下の問1，問2に答えよ。

DNA中の特異的な配列のみを認識して切断する酵素(制限酵素)でDNAを切断すると，DNAの断片が生じる。生じたDNA断片の長さは電気泳動という方法で調べることができる。DNA断片の長さがわかると，DNA中の制限酵素切断部位のおよその位置を推定することができる。

制限酵素*Eco*RⅠは二本鎖DNA中の

……………………GAATTC……………………

……………………CTTAAG……………………

という配列を認識し切断する。いま，図1に示す単位が繰り返してできているDNAを*Eco*RⅠで切断すると6.0Kbp(1Kbp＝1キロ塩基対＝1000塩基対)長の全く同一の塩基配列を持つ断片だけが得られた。次に，同じDNAを，*Eco*RⅠとは異なる塩基配列を認識し切断する制限酵素*Hpa*Ⅰで切断すると，4.8Kbpと1.2Kbp長の2つの断片が得られた。さらに，*Eco*RⅠと*Hpa*Ⅰの両方の酵素で切断した場合には2.8Kbp，2.0Kbp，および1.2Kbp長の3つの断片が得られた。なお，図1のア～ウは制限酵素の切断点を，数字は切断点間の長さ(単位はKbp)を示す。

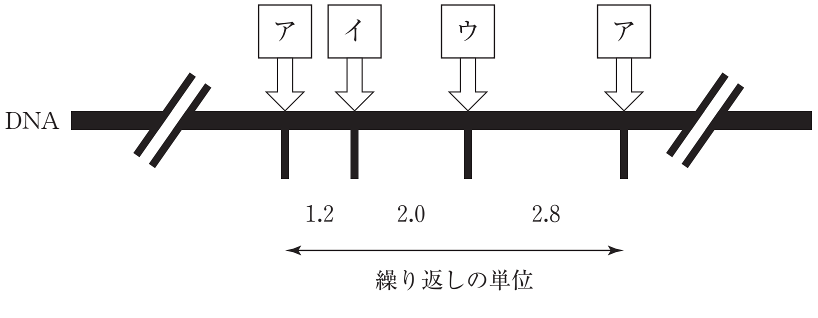


図１

問１　図1の[ア]～[ウ]を切断する制限酵素の組み合わせとして適切なものをa)～e)のうちから選べ。ただし，適切なものがない場合はf欄にマークせよ。

	ア	－	イ	－	ウ
a)	*Eco*RⅠ	－	*Eco*RⅠ	－	*Hpa*Ⅰ
b)	*Eco*RⅠ	－	*Hpa*Ⅰ	－	*Eco*RⅠ
c)	*Eco*RⅠ	－	*Hpa*Ⅰ	－	*Hpa*Ⅰ
d)	*Hpa*Ⅰ	－	*Eco*RⅠ	－	*Eco*RⅠ
e)	*Hpa*Ⅰ	－	*Hpa*Ⅰ	－	*Eco*RⅠ

問2　仮に，DNAの塩基配列がランダムである（不規則である）とき，*Eco*RⅠの切断点はおよそ何塩基対ごとにDNA上に存在することになるか。最も近いものをa)〜e)のうちから選べ。

a）　40000　　b）　4000　　c）　400　　d）　40　　e）　4

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

©RECRUIT HOLDINGS

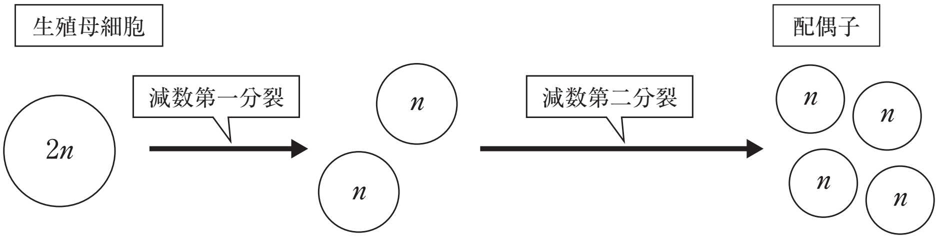
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第４章　　生殖と発生

第18講　減数分裂と遺伝情報の分配

■減数分裂　…　有性生殖をおこなう生物は，減数分裂によって配偶子を形成する。減数分裂によって，相同染色体は分離し別々の配偶子に分配される。

◆減数分裂の過程　…　配偶子形成のための特殊な分裂
2回の連続した分裂によって，染色体数が半減する



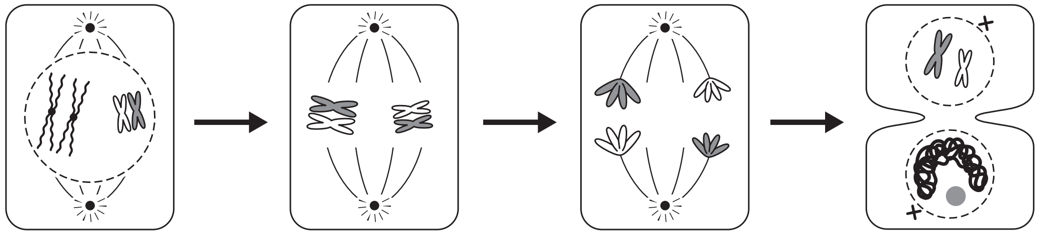
©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆減数分裂の流れ

ex　$2n=4$の動物

減数第一分裂前期　→　減数第一分裂中期　→　減数第一分裂後期　→　減数第一分裂終期



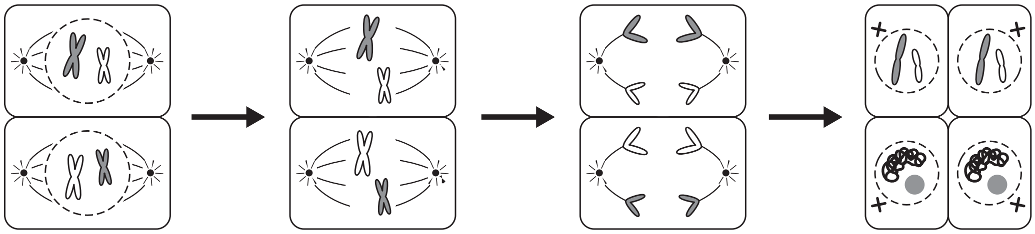
減数第一分裂前期
- 相同染色体の対合
  （二価染色体の形成）
- 染色体が棒状に凝集
- 核膜，核小体の消失

減数第一分裂中期
- 二価染色体が赤道面に並ぶ
- 紡錘体の完成

減数第一分裂後期
- 二価染色体が対合面で分離
- 両極に移動する

減数第一分裂終期
- 核分裂完了後，細胞質分裂
- 核相が半減

減数第二分裂前期　→　減数第二分裂中期　→　減数第二分裂後期　→　減数第二分裂終期



減数第二分裂前期
- 核膜が一時的に再生
- 間期を挟まず，次の分裂へ

減数第二分裂中期
- 各染色体が赤道面に並ぶ

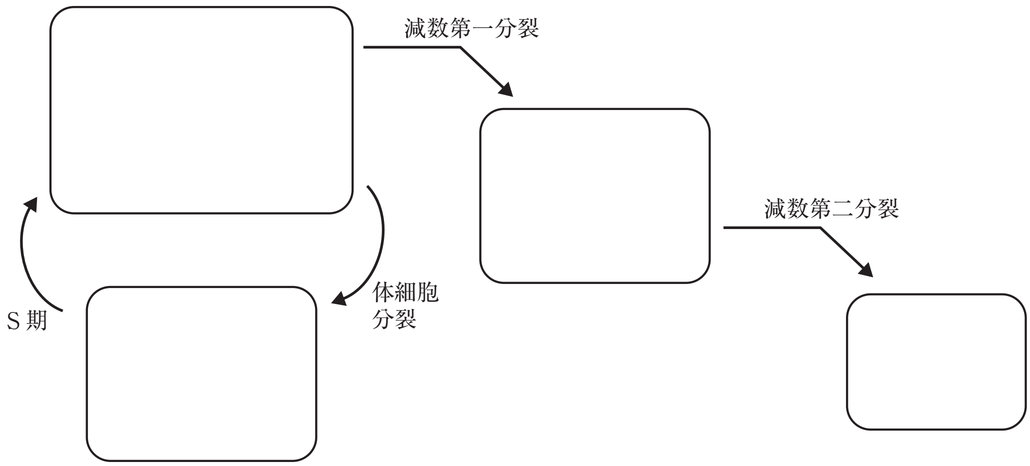
減数第二分裂後期
- 各染色体が縦裂面で分離
- 両極に移動する

減数第二分裂終期
- 核分裂完了後，細胞質分裂
- ４つの生殖細胞

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

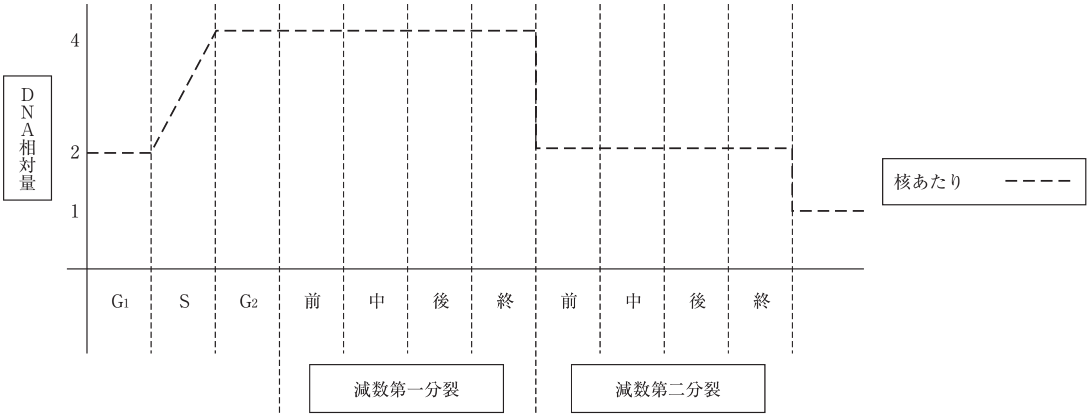
◆減数分裂と体細胞分裂

ex　$2n=6$ の生物



	中期	後期
体細胞分裂		
減数第一分裂		
減数第二分裂		

◆減数分裂とDNA量の変化



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第18講　演習問題

以下の文章を読み，問い(1)〜(7)に答えなさい。

細胞の分裂が完了してから，再び次の分裂が完了するまでの過程を細胞周期という。細胞周期の中で核が分裂する時期はＭ期とよばれ，Ｍ期以外の時期は間期とよばれる。間期は，さらにG_1期，Ｓ期，G_2期に分けられる。Ｓ期に複製されたDNAが，凝縮した太い染色体としてＭ期に娘細胞に分配される。

遺伝情報を母細胞から娘細胞に正確に伝えるために，真核生物には細胞周期の進行を自分自身で監視し，DNAに異常や不具合がある場合には，細胞周期の進行を停止または遅らせるしくみがある。たとえば，DNAが完全に複製されているかどうかを監視するしくみがあり，これをDNA複製チェックポイントという。DNA複製が不完全な場合は，このチェックポイントがはたらき，細胞はＭ期には移行しない。

減数分裂は第一分裂と第二分裂とよばれる一連の過程からなる。減数分裂を行う細胞では，その分裂に先立って間期にDNAが複製される。多くの生物では，第一分裂で核分裂に続き細胞質が二分され，第二分裂でも核分裂に続き細胞質分裂が起こる。図1はある酵母の減数分裂中の細胞を模式的に示している。この種の酵母での減数分裂においても，他の真核生物と同様に第一分裂で1つの核が2つになり，第二分裂で4つになる。しかし，細胞質分裂に関しては，この酵母ではG_1期から第二分裂完了まで行われず，第二分裂の後に細胞質分裂がはじめて起こる。

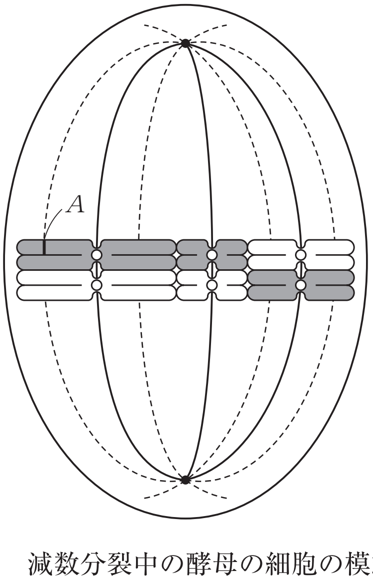


図１　減数分裂中の酵母の細胞の模式図

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

(1)　図1の細胞は，減数分裂のどの時期にあるかを下記の語群から選んで記号で答えなさい。

［語群］

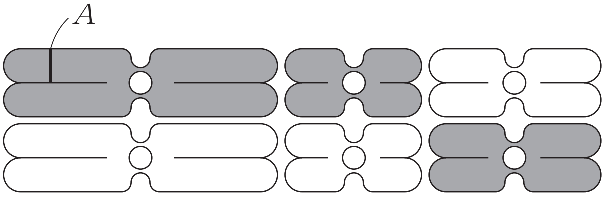
(a)　第一分裂前期　(b)　第一分裂中期　(c)　第一分裂後期
(d)　第一分裂終期　(e)　第二分裂前期　(f)　第二分裂中期
(g)　第二分裂後期　(h)　第二分裂終期

(2)　図1で示されている酵母の，体細胞の染色体数 ($2n$) を答えなさい。

(3)　図1のような染色体構成をもつ細胞が減数分裂を行うと，生じた配偶子における染色体の組み合わせは最低何通りできるか答えなさい。

(4)　上記(3)において，実際の減数分裂では，さらに異なる種類の遺伝子の組み合わせをもつ配偶子ができる可能性がある。(ⅰ)このようなことが起こる時期はいつかを(1)の語群から選んで記号で答えなさい。(ⅱ)また，そのしくみについて40字以内で説明しなさい。

(5)　図1のAはある遺伝子Aの遺伝子座を示している。遺伝子型がAaである酵母の場合，遺伝子aが存在する場所を解答欄の図にすべて書き入れなさい。



(5)の解答欄

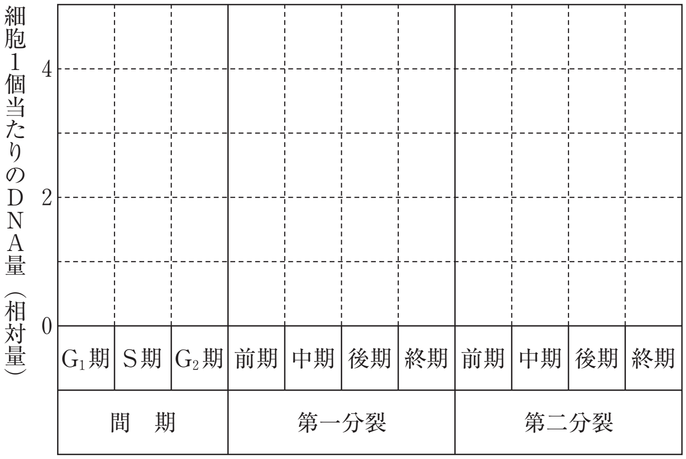
(6)　この酵母の減数分裂においてもDNA複製チェックポイントがはたらいている。減数分裂の過程のある時期より前に，DNA合成阻害剤を細胞に加えるとDNA複製チェックポイントがはたらき，減数分裂は完了しない。しかし，その時期以降にDNA合成阻害剤を加えても減数分裂は完了する。このような境目になる時期はいつか，解答欄の図に矢印で示しなさい。

G_1期	S期	G_2期	前期	中期	後期	終期	前期	中期	後期	終期
間　期			第一分裂				第二分裂			

(6)の解答欄

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

(7)　この酵母の減数分裂の過程にともなう，細胞1個当たりのDNA量の変化を折れ線で解答欄に示しなさい。ただし，間期G_1期のDNA量は2とする。



減数分裂におけるDNA量の変化

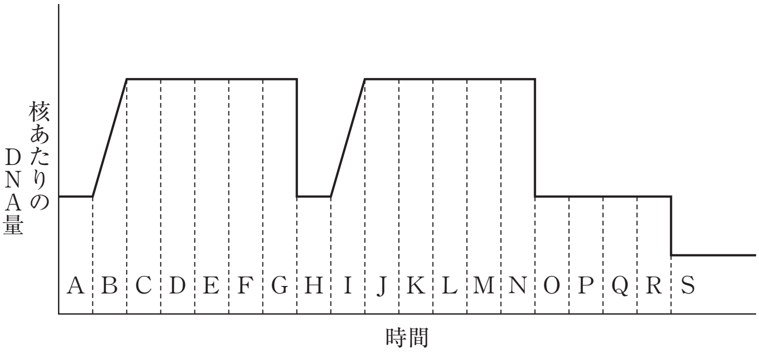
(7)の解答欄

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第18講　確認テスト

細胞分裂に関する以下の各問い（問1～3）に答えよ。

下の図は，ヒトの卵形成に伴う核1個あたりのDNA量の相対的変化を示したもので，A～Sは細胞分裂の時期を表している。ただし，細胞質分裂は細胞分裂の終期に含めることとする。



問1　以下の(1)～(12)は図のA～Sのどの時期の説明か。最も適当なものを，次の①～⑲のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

(1)　卵原細胞のDNAが複製される。　(2)　卵原細胞の染色体が赤道面に並ぶ。
(3)　卵原細胞の核膜が消失し始める。　(4)　一次卵母細胞で染色体が現れ始める。
(5)　一次卵母細胞で染色体が赤道面に並ぶ。
(6)　一次卵母細胞の核膜が消失し始める。
(7)　二次卵母細胞ができる。　(8)　第一極体が放出される。
(9)　第二極体が放出される。　(10)　排卵が起こる。
(11)　染色体の乗換えが起こる。　(12)　精子の進入が起こる。

①　A　②　B　③　C　④　D　⑤　E　⑥　F
⑦　G　⑧　H　⑨　I　⑩　J　⑪　K　⑫　L
⑬　M　⑭　N　⑮　O　⑯　P　⑰　Q　⑱　R
⑲　S

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問2　体細胞分裂と減数分裂を比較した文として正しいものはどれか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① どちらの分裂でも細胞質分裂は1回だけ起こる。
② どちらの分裂でも要する時間は同じである。
③ どちらの分裂でも分裂前後で染色体数が変化する。
④ どちらの分裂でも相同染色体が観察される。

問3　卵600個をつくるもとになる一次卵母細胞はいくつ必要か。最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。

① 1個　② 15個　③ 150個　④ 600個　⑤ 2400個

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第19講　独立と連鎖

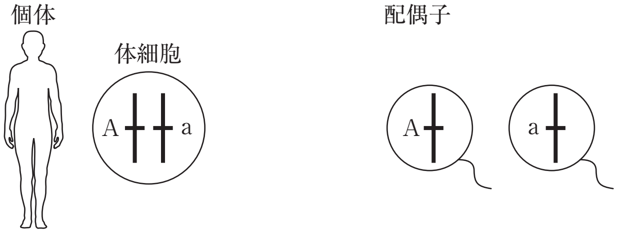
■遺伝の法則　…　染色体上の遺伝子は減数分裂によって配偶子に分配される。

…　生物の形質を決定する遺伝子は染色体上に存在し，減数分裂によって配偶子に分配されて子孫に伝わる。減数分裂における染色体の挙動を理解することで，遺伝子の子孫への伝わり方，すなわち遺伝の法則は理解できる。

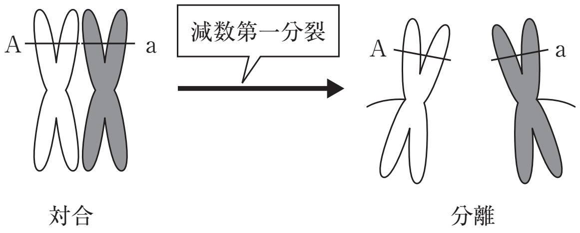
形質　…　生物が持つ特徴。同時に成り立ち得ない形質を特に対立形質と呼ぶ。

ex　赤花と白花　　丸い種子としわの種子

遺伝子　…　形質を決定付ける因子。染色体を構成するDNAの塩基配列をその本体とする。各個体(２倍体)は一つの形質について相同染色体上に一対の遺伝子を持つこととなり，配偶子(１倍体)などは遺伝子を１つ持つことになる。その遺伝的組成をアルファベットで表現したものを遺伝子型と呼び，遺伝子型の結果決定する個体が表す形質を表現型と呼ぶ。対立形質に対応する遺伝子を対立遺伝子と呼び，染色体上の同じ遺伝子座に存在する。



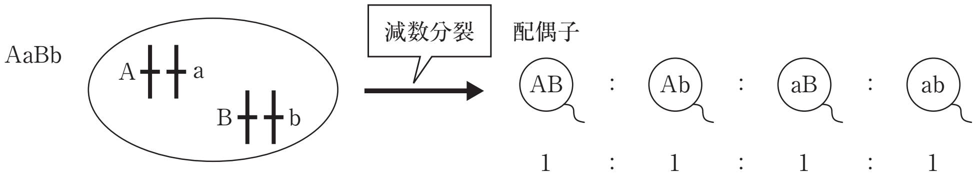
☆減数分裂における相同染色体の分離



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■独立と連鎖　…　２組の対立遺伝子の位置関係には，独立と連鎖があり，それに応じて形成される配偶子への遺伝子の伝わり方が異なる。

◆独立　…　対象の２組の対立遺伝子が異なる染色体上に存在

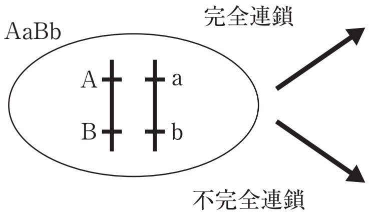


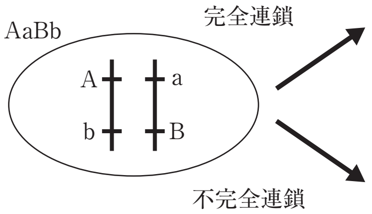
◆連鎖　…　対象の２組の対立遺伝子が同じ染色体上に存在

・完全連鎖　　…　連鎖した遺伝子の間でまったく組換えが起こらない。

・不完全連鎖　…　染色体の乗換えにより，連鎖した遺伝子の間で組換えが起こる。

配偶子

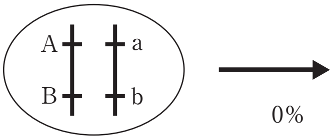




©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

・組換え価　…　組換えが起こる割合

$$\text{組換え価}=\frac{\text{組換えの結果生じた配偶子数}}{\text{全配偶子数}}\times 100$$



配偶子の遺伝子型

	AB	:	Ab	:	aB	:	ab
0%	1	:	0	:	0	:	1
10%	9	:	1	:	1	:	9
12.5%	7	:	1	:	1	:	7
20%	4	:	1	:	1	:	4
25%	3	:	1	:	1	:	3
50%	1	:	1	:	1	:	1
x%	100-x	:	x	:	x	:	100-x

・組換え価は，染色体上の遺伝子の距離に比例するため，組換え価を用いて染色体上の遺伝子の位置関係を推定できる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第19講　演習問題

次の文章を読み，〔1〕～〔6〕の問いに答えよ。

生物は生殖によって増殖する。有性生殖を行う多くの生物では卵や精子などの生殖細胞が，染色体数が半減する減数分裂を経て形成される。それらの生物の体細胞の核には，母と父のそれぞれから受け継いだ相同染色体が図1Aのように入っている。生殖細胞をつくる細胞は(a)DNAの複製を行った後，減数分裂を行う。複製された染色体は図1Bのように，同じ遺伝情報をもつ2本の染色分体からなる。この染色体はそのまま細胞の［あ］面に並ぶのではなく，相同染色体どうしが［い］し，［う］が形成される。つまり，(b)1つの［う］は，図1Cのように4本の染色分体からできていることになる。

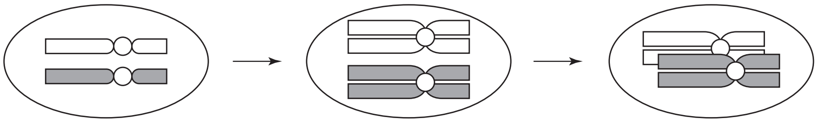


図1　1組の相同染色体の様子

このとき相同染色体の間で［え］が起こり，染色体の一部が交換される［お］が起こる。生物がもつ遺伝子の数は染色体数に比べて非常に多いため，1本の染色体には多数の遺伝子が存在しており，このとき遺伝子は，互いに［か］しているという。これに対して，異なる染色体に存在している遺伝子は，互いに［き］しているという。

(c)［き］している遺伝子は減数分裂において染色体が分れる際，互いに影響されることなく配偶子に入る。一方，［か］している遺伝子の間で，染色体の［お］が起こる場合は遺伝子の組み合わせも変わる。これを(d)遺伝子の組換えといい，生じた全配偶子のうち組換えを起こした配偶子の割合を組換え価という。

(e)組換え価の値は，ふつう同一の染色体にある遺伝子間の相対的な距離に比例している。これをもとにキイロショウジョウバエでは，各染色体における遺伝子の位置を図示した［く］が作成されている。

〔1〕　文章中の［あ］～［く］にあてはまる語句を書け。

〔2〕　文章中の下線部(a)に関して，次の問いに答えよ。

(ア)　二本鎖DNAがほどけて鋳型となり，もとのDNAのそれぞれの1本の鎖を鋳型として新しいDNAがつくられる。このようなDNA合成のしくみを何というか。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

(イ)　減数分裂の細胞周期はG_1期，S期，G_2期，M期の4期に分けられる。M期には第1分裂，第2分裂とよばれる2回の分裂がある。G_1期の1細胞あたりのDNA量を2とすると，下の表の各時期の1細胞あたりのDNA量はいくらになるか。最も適当なものを選べ。

表

	S期の終了時	G_2期の終了時	第1分裂中期	第2分裂中期	生殖細胞
①	4	4	2	2	1
②	4	4	2	1	1
③	4	4	4	2	1
④	2	4	4	2	1
⑤	2	2	2	1	1

〔3〕　文章中の下線部(b)に関して，下の選択肢の中から適当なものを2つ選べ。

①　2本の染色分体には，1分子のDNAが含まれる。
②　1本の染色分体には，1分子のDNAが含まれる。
③　1本の染色分体には，2分子のDNAが含まれる。
④　相同染色体どうしは動原体のところで付着して［う］を形成する。
⑤　4本の染色分体は同じ大きさ同じ形をしている。
⑥　［う］を形成した後，4本の染色分体は自由な組み合わせで2本ずつに分けられる。

〔4〕　文章中の下線部(c)に関して，体細胞の染色体数が$2n=6$の生物から生じる配偶子の染色体の組み合わせは何通りあるか。

〔5〕　文章中の下線部(d)に関して，次の問いに答えよ。

(ア)　遺伝子AとB，aとbが［か］している生物において，その遺伝子間で組換えが起こる場合と起こらない場合がある。それぞれの場合にどのような遺伝子をもつ配偶子が生ずるか。下の選択肢の中から1つずつ選べ。

①　ABとab
②　AbとaB
③　AaとBb
④　AbとaBとABとab
⑤　AとaとBとb

(イ)　遺伝子の組換えが起こる場合は起こらない場合に比べて，生じる配偶子にどのような違いがみられるか。30字以内で記せ。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

〔6〕　文章中の下線部(e)に関して，［か］している３つの遺伝子Ａ，Ｂ，Ｃの間の組換え価がＡ～Ｂ間５％，Ａ～Ｃ間15％，Ｂ～Ｃ間20％のとき，遺伝子Ｂの染色体上の位置を図２の①～④の中から１つ選べ。なお，遺伝子ＢとＣは①～④のいずれかにそれぞれ位置している。

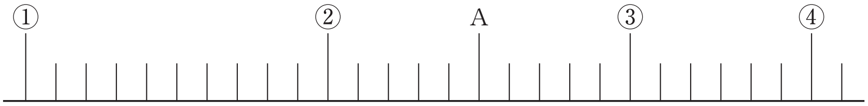


図２　遺伝子の位置（目盛は相対的な距離を表す）

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第19講　確認テスト

遺伝に関する以下の文章を読み，以下の問1～4に答えなさい

遺伝子型が$AABB$，$aabb$である純系の2つの植物個体がある。遺伝子AとBはそれぞれaとbに対して優性であり，AAおよびAaは赤色花，aaは白色花の表現型を示す。また，BBおよびBbは丸葉，bbは細葉の表現型を示す。さらに遺伝子AとB，aとbとは連鎖することがわかっている。

問１　もし，連鎖が完全な場合，純系の2個体の交雑によって生じるF_1をさらに自家受精させて生じる遺伝子型とその比の組み合わせとして最も適切なものはどれか。次の①～⑤のうちから1つ選べ。

① $AABB : AaBb : aabb = 1 : 2 : 1$
② $AABB : aabb = 1 : 1$
③ $AABB : AABb : AAbb : AaBB : AaBb : Aabb : aaBB : aaBb : aabb$
　$= 1 : 2 : 1 : 2 : 4 : 2 : 1 : 2 : 1$
④ $AABB : AAbb : aaBB : aabb = 1 : 1 : 1 : 1$
⑤ ①～④のいずれもあてはまらない

問２　遺伝子の連鎖がおこる理由について最も適切な記述を①～⑨から1つ選べ。

① エンドウの種の形と子葉の色にみられるように，2組の対立形質はたがいに影響しあうことなく遺伝するから。
② 1つの形質に関して，3つ以上の遺伝子が対立関係にある複対立遺伝子が存在する場合があり，この時の遺伝子のふるまいは複雑になるから。
③ 1つの染色体には多数の遺伝子が存在しており，同一染色体に存在する遺伝子はまとまって行動するから。
④ 対立遺伝子間の関係に優性の法則が成り立たず，その形質は不完全優性を示すから。
⑤ 性染色体には，性の決定に関する遺伝子だけでなく，他の形質に関係する遺伝子も存在し，このような遺伝子による表現型は性と関連を持って遺伝するから。
⑥ 連鎖している遺伝子間では，一定の割合で組換えが起こることが多いから。
⑦ 組換え価は，一般には優性形質と劣性形質の純系どうしの個体を交雑させて生じた子に，劣性形質の個体を交雑させて求めることができるから。
⑧ 母性因子に由来する調節タンパク質の濃度勾配によって，ギャップ遺伝子群が発現されるから。
⑨ ABCモデルにおいて，調節遺伝子の突然変異は，ホメオティック突然変異をもたらすから。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問3　実際には，この連鎖は不完全であり，F_1で生じる配偶子の遺伝子型は，AB：Ab：aB：ab ＝ 4：1：1：4であった。この時AB間の組換え価はいくらか。最も近い値を次の①～⑧のうちから1つ選べ。

①　0%　②　10%　③　15%　④　20%　⑤　25%　⑥　30%
⑦　33%　⑧　50%

問4　問3のとき，F_1の自家受精によって生じるF_2の表現型，赤花・丸葉：赤花・細葉：白花・丸葉：白花・細葉 の比として最も適当なものを選べ。

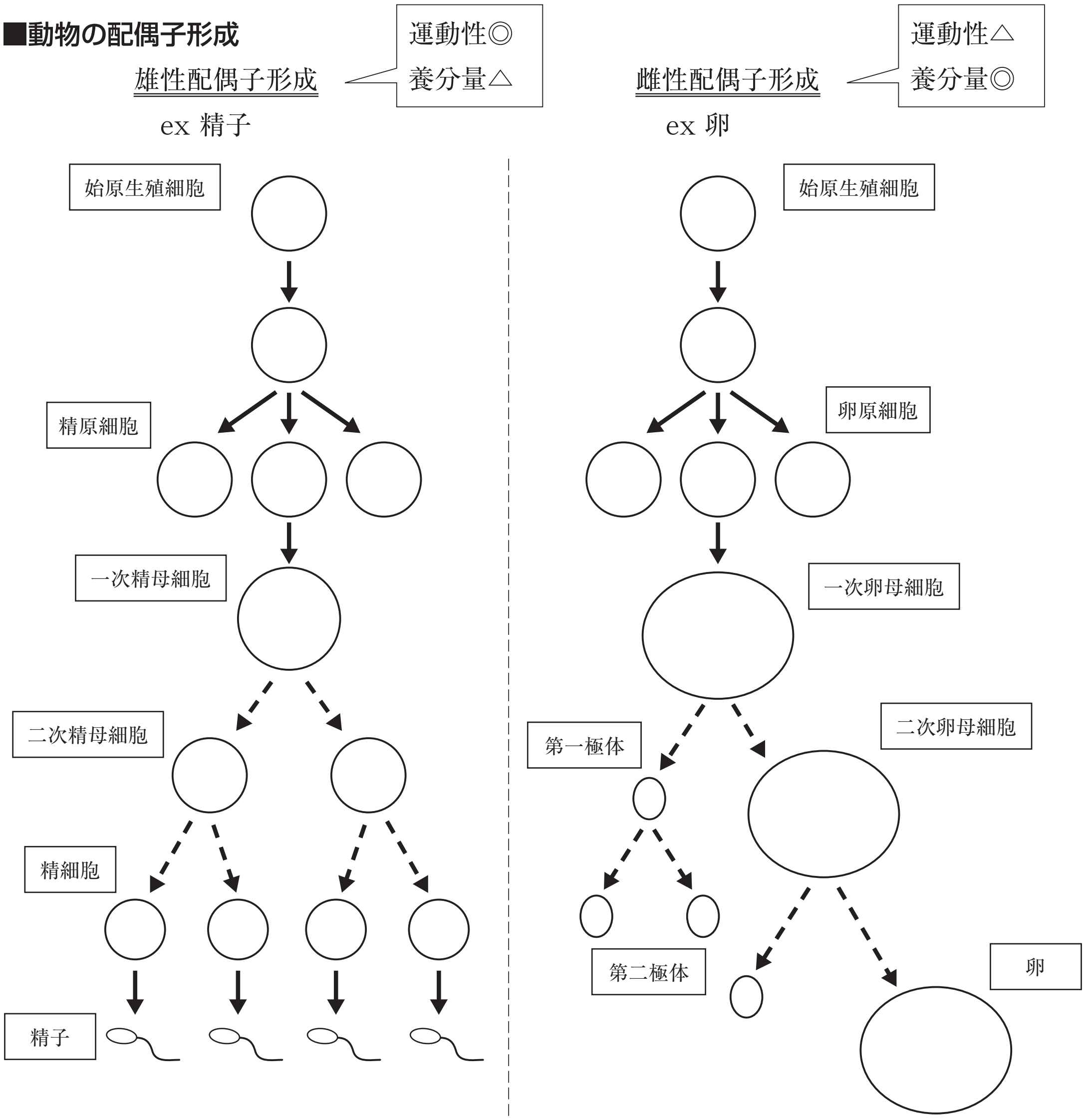
①　1：1：1：1　②　4：1：1：4　③　9：3：3：1
④　66：9：9：16　⑤　54：24：24：1

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第20講　動物の配偶子形成

■動物の配偶子形成

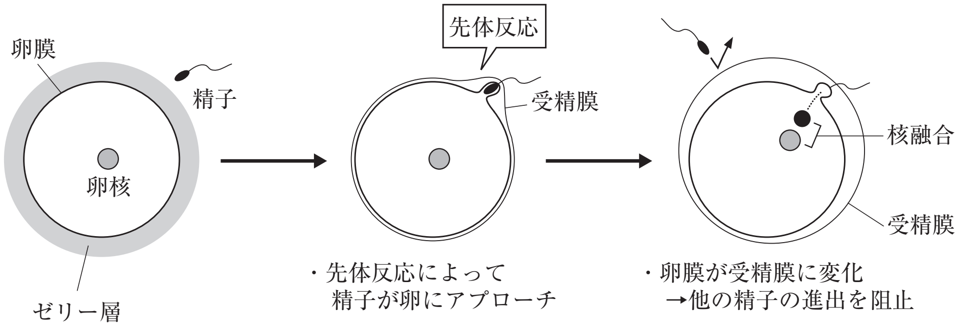


・雌性配偶子は，極端に不均等な細胞質分裂を行うことで，卵黄を一つの卵に集中させる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆受精　…　卵と精子の細胞融合

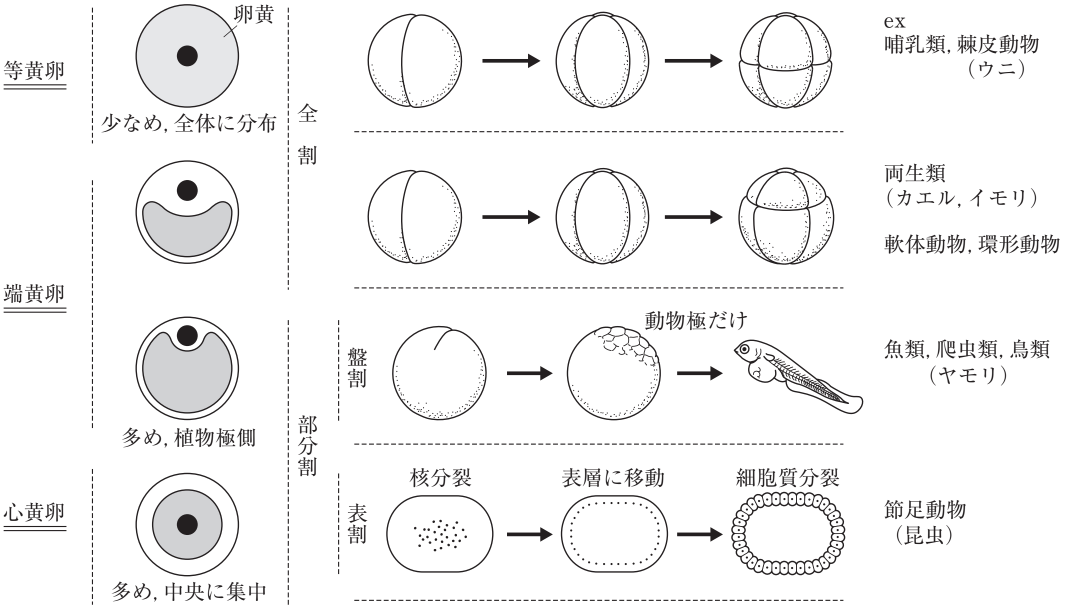
ex　ウニの受精



- 先体反応によって精子が卵にアプローチ
- 精子進入により，卵膜が盛り上がっていく。

- 卵膜が受精膜に変化
  →他の精子の進出を阻止
- 精核と卵核が融合

◆卵の分類と卵割様式　☆卵割様式は卵黄の量と分布によって決定



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第20講　演習問題

ヒトの生殖細胞の形成過程について，問1～問7に答えよ。

図1は，ヒトの精子形成の一部を示した模式図である。矢印は細胞分裂を示す。

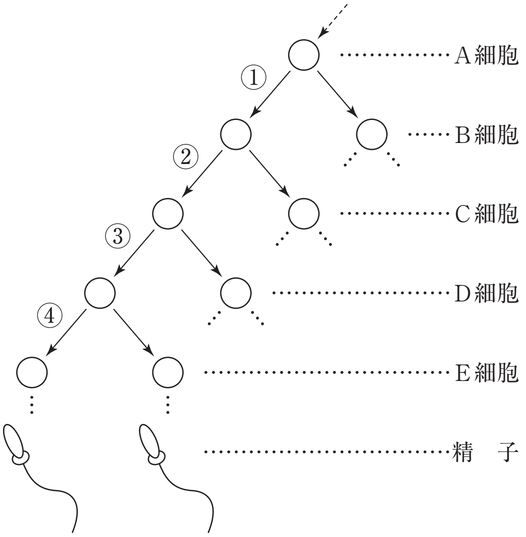


図1

問1　1個のA細胞が分裂してできた細胞すべてで，細胞分裂①～④が起きたときに形成される精子の数を答えよ。

問2　①～④のうち，減数分裂を示す矢印はどれかすべて選べ。

問3　①～④のうち，対合した相同染色体が分離する細胞分裂はどれかすべて選べ。

問4　問3の細胞分裂の娘細胞では，相同染色体の分離によって，染色体の組み合わせの異なる細胞ができる。何通りの細胞ができる可能性があるか。ただし，染色体の乗換えは考えない。

問5　DNA複製が行われる細胞はどれか，正しい組み合わせを1つ選べ。

① Aのみ　② A，B　③ A，B，C　④ A，B，C，D
⑤ A，B，C，D，E

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問６　ある精巣からＡ〜Ｅ細胞を含む生殖細胞を分離・回収し，生殖細胞1個あたりに含まれる核のDNA量を調べた。その分布をグラフにしたところ図2のようになった。そこからさらにＣ細胞，Ｄ細胞をそれぞれ分離して核のDNA量を調べると，その分布は以下①〜⑥のどのグラフになるか，最も適切なグラフを1つずつ選べ。ただし，１個の精子の核DNA量を１とする。また，この操作で細胞は完全に１個ずつに分離され，回収後の細胞には他の種類の細胞が混入していないとする。

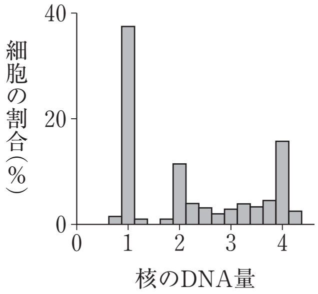
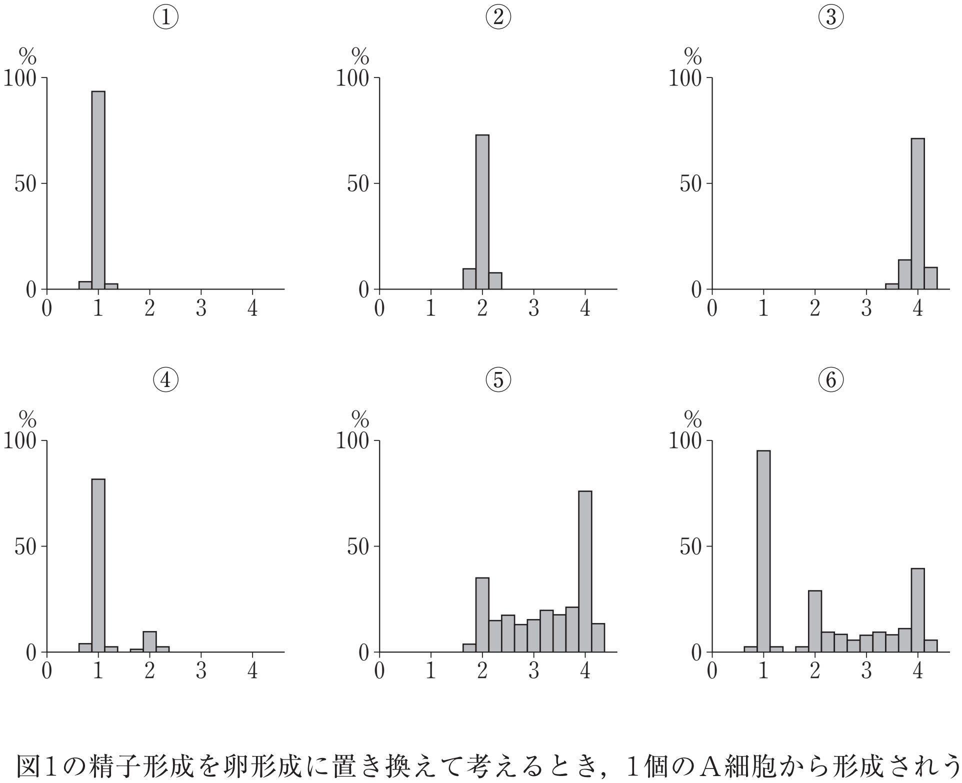


図２



問７　図1の精子形成を卵形成に置き換えて考えるとき，１個のＡ細胞から形成されうる卵子の数を答えよ。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第20講　確認テスト

動物の配偶子形成に関する次の文章を読み，下記の問いに答えよ。

図1は，動物の配偶子形成について，始原生殖細胞から卵・精子が形成されるまでを模式的に示したものである。

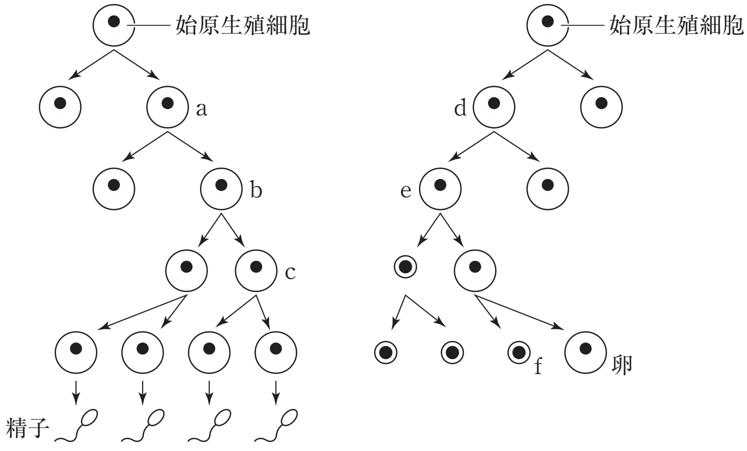


図１

問１　図1中のa，bの細胞名の組み合わせとして正しいものはどれか。①〜⑥より1つ選んで番号を答えよ。

①	a：一次精母細胞	b：二次精母細胞
②	a：一次精母細胞	b：精細胞
③	a：二次精母細胞	b：精原細胞
④	a：二次精母細胞	b：一次精母細胞
⑤	a：精原細胞	b：一次精母細胞
⑥	a：精原細胞	b：二次精母細胞

問２　図1中のd，e，fの細胞名の組み合わせとして正しいものはどれか。①〜⑥より1つ選んで番号を答えよ。

①	d：一次卵母細胞	e：二次卵母細胞	f：第一極体
②	d：一次精母細胞	e：第一極体	f：第二極体
③	d：卵原細胞	e：一次卵母細胞	f：第一極体
④	d：卵原細胞	e：一次卵母細胞	f：第二極体
⑤	d：第一極体	e：第二極体	f：卵原細胞
⑥	d：第一極体	e：一次卵母細胞	f：二次卵母細胞

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　ある動物では，ｂの細胞には24本の染色体がある。この動物における，ｃとｆの染色体の本数として正しいものはどれか。①～④より１つ選んで番号を答えよ。ただし，この動物はXY型であるとする。

①　ｃ：24本　　ｆ：24本
②　ｃ：12本　　ｆ：24本
③　ｃ：24本　　ｆ：12本
④　ｃ：12本　　ｆ：12本

問４　精子形成について述べた次の文章中の空欄［ア］～［ウ］に入る語句はどれか。①～⑧より１つずつ選んで番号を答えよ。

精子は細胞質基質の大部分を失っている。頭部には核が，中片には［ア］が含まれ，運動のための器官として尾部には［イ］が形成される。精子が卵と接触するときに重要な役割を果たす先体は［ウ］から形成される。

①　ゴルジ体　②　細胞膜　③　核小体　④　ミトコンドリア
⑤　液胞　⑥　繊毛　⑦　べん毛　⑧　仮足

問５　配偶子形成のときに行われる減数分裂（第一分裂）と体細胞分裂を比較した文として正しいものはどれか。①～④より１つ選んで番号を答えよ。

①　減数分裂では相同染色体がそれぞれ分かれて両極に移動するが，体細胞分裂では相同染色体が分かれることはない。
②　減数分裂では染色体の乗換えは起こらないが，体細胞分裂では乗換えが起こる。
③　減数分裂，体細胞分裂ともに染色体が縦裂して両極に分かれる。
④　植物細胞の場合，体細胞分裂では細胞板が形成されて細胞質分裂が起こるが，減数分裂のときには細胞板が形成されずに細胞質分裂が起こる。

テキスト解答

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第１講　演習問題

A

問1　(1)　ア　(2)　オ　(3)　エ　(4)　ウ　(5)　イ

問2　無し

問3　(1), (2), (5)

B

問(1)　(ア)　ステージ　(イ)　レボルバー　(ウ)　対物　(エ)　接眼

(オ)　対物　(カ)　対物　(キ)　明るさ　(ク)　100

問(2)　①　直射日光によって眼を痛める危険があるため。

②　鏡筒にほこりが残らないようにするため。

問(3)　右上

問(4)　$\frac{80}{5} \times 12 = 192$　192μm

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第2講　演習問題

A

問1　1 ⑦　2 ④　3 ①　4 ⑤

問2　② ① ④

問3　②

B

問1　1 ⑨　2 ⓪　3 ⑦　4 ①　5 ④

問2　③

問3　⑤

問4　6 ⑤　7 ①

問5　③

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第３講　演習問題

問１　③，④，⑤

問２　1）　②

2）　d　トリプシンもリパーゼもすい液に含まれるため，リパーゼの最適pHもトリプシンと同様に弱アルカリ性であると考えられるから。(59)

問３　1）　a　③　　b　②

2）　e

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第４講　演習問題

問１　ア　リン脂質　イ　親水　ウ　疎水
エ　濃度勾配［濃度差］　オ　チャネル　カ　アクアポリン
キ　ATP　ク　ポンプ　ケ　ナトリウムイオン
コ　カリウムイオン

問２　流動モザイクモデル

問３　1）　受動輸送　2）　能動輸送

問４
エンドサイトーシス…物質を小胞に包み込んで細胞内に取り込む。
エキソサイトーシス…小胞が細胞膜と融合して中の物質を細胞外へ放出する。

問５　A　アクチンフィラメント　B　中間径フィラメント
C　微小管　D　中心体

問６　(ア)　B　(イ)　C
(ウ)　A　(エ)　A
(オ)　A　(カ)　C
(キ)　C　(ク)　A

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第５講　演習問題

問1　②

問2　①

問3　a　免疫グロブリン　　b　可変部　　c　定常部

問4　L鎖とH鎖の可変部が組み合わさることで1つの抗原結合部を形成するから(L鎖とH鎖が離れると抗原結合部位の立体構造が壊れてしまうから)。

問5　c

問6　d

第６講　演習問題

問１　透析によって，補酵素の一部が袋の外の溶液に流出してしまったため，酵素反応が十分に進まなかったため。

問２　熱によって酵素の主成分であるタンパク質が変性してしまったため。

問３　1時間：15mg　　6時間：40mg

問４　Dに含まれる補酵素は熱に強いため煮沸しても変化せず，Bに含まれるタンパク質部分と結合して酵素活性を持つようになったため。

問５　138mg

問６　230mg

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第７講　演習問題

(1)　(ア)　ピルビン酸　　(イ)　クエン酸　　(ウ)　水素(還元型補酵素)
　　(エ)　酸素　　(オ)　水

(2)　第１段階：解糖系　　第２段階：クエン酸回路　　第３段階：電子伝達系

(3)　$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$　　14.7 g

(4)　第１段階：2分子　　第２段階：2分子　　第３段階：34分子

(5)　a)　1　　b)　3　　c)　4　　d)　2　　e)　4

(6)　⑤

(7)　④

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第８講　演習問題

問１　ア　⑤　イ　①　ウ　⑦　エ　③

問２　オ　①　カ　⑨　キ　⑤　ク　②　ケ　⑦

問３　コ　⑤　サ　⑦　シ　①　ス　⑤　セ　⑦

問４　②，⑤，⑥

問５　①

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第９講　演習問題

〔1〕

問１　②

問２　④

問３　⑥

問４　⑧

問５　ア　①　　イ　⑩　　ウ　⑦

〔2〕

問６　⑤

問７　①

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第10講　演習問題

問1	1	⓪	2	④	3	ⓓ	4	⑤	5	ⓐ	6	⑨
問2	7	⑨	8	⑧	9	ⓑ						
問3	③											
問4	40.4%											

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第11講　演習問題

問１　④
問２　④
問３　⑥
問４　④
問５　④
問６　④
問７　④，⑦
問８　⑧

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第12講　演習問題

問題１　ウ

問題２　エ

問題３　カ，オ，キ，ウ，ア

問題４

・星状体が観察される。

・細胞質分裂がくびれて起こる。

問題５　前期…76分　中期…8分　後期…2分　終期…4分

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第13講　演習問題

1）

1	⑰	2	⑲	3	④	4	⑮	5	⑱
6	⑬	7	⑪	8	⑨	9	⑥	10	①

2）⑤

3）②

4）⑥，⑦

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第14講　演習問題

問1　③，⑧（順不同）

問2　①

問3　⑤

問4　③

問5　X　⑥　　Y　④

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第15講　演習問題

(1)　(a)　×　　(b)　0.5　　(c)　1　　(d)　0

(2)　(a)　RNAポリメラーゼ

(b)　左→右

(c)　900

(d)　300

(e)　リボソーム

(f)　50分子

(g)　下左端

(h)　原核細胞　　理由…転写と同時に翻訳を行っているから。

(3)　(a)　9番目の塩基がCに変化した。

(b)　5番目の塩基がAに変化した。

6番目の塩基がAに変化した。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第16講　演習問題

A

1．ア　逆転写　　イ　相補

　ウ　プライマー　　エ　DNAポリメラーゼ

　オ　ヌクレオチド

2．A

3．転写，RNAポリメラーゼ

4．水素結合，塩基

5．a　酵素が①の操作で熱変性して失活するから。

　b　酵素の最適温度が30～40℃付近だから。

6．D

B

1　(ア)，(エ)

2　(1)　4倍

　(2)　$\frac{1}{64}$倍

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第17講　演習問題

問1　形質転換，エイブリー［アベリー］

問2　(ニ)

問3　(ロ)

問4　(ハ)

問5　(イ)

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第18講　演習問題

(1)　(b)

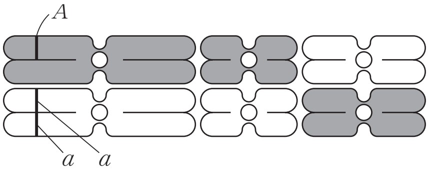
(2)　$2n=6$

(3)　8通り

(4)　(a)

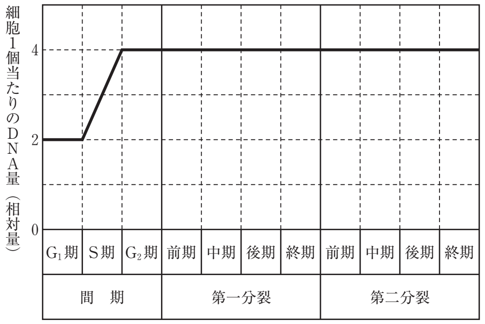
しくみ…２価染色体になる時に相同染色体の間で乗換えが起こり，遺伝子の組換えが起こる。

(5)　次図(左)　　(6)　次図(右)



G_1期	S期	G_2期	前期	中期	後期	終期	前期	中期	後期	終期
間　期			第一分裂				第二分裂			

(7)



減数分裂におけるDNA量の変化

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第19講　演習問題

〔1〕 あ 赤道　い 対合　う 二価染色体　え 交叉
お 乗換え　か 連鎖　き 独立　く 染色体地図

〔2〕 (ア) 半保存的複製　(イ) ③

〔3〕 ②，⑤

〔4〕 8通り

〔5〕 (ア) 起こる…④　起こらない…①
(イ) 新しい遺伝子型の配偶子が形成されて，遺伝的な多様性が増す。(29)

〔6〕 ③

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第20講　演習問題

問１　16個

問２　③，④

問３　③

問４　2^{23}通り

問５　③

問６　C　⑤　　D　②

問７　４個

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

確認テスト解答

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第１講　確認テスト

問1　(1)　c　(2)　d

問2　(1)　d　(2)　e　(3)　c

【解説】

問1　(1)　図1より，接眼ミクロメーター25目盛りが，対物ミクロメーター40目盛り分と等しい。対物ミクロメーター1目盛りは10μmであることから，接眼ミクロメーター1目盛りの大きさをxμmとすると，25x(μm) ＝40×10(μm)が成り立つ。ゆえに，x＝16μmとなる。

(2)　図2より，観察している試料は接眼ミクロメーター12目盛り分であることが分かる。(1)で接眼ミクロメーター1目盛りの大きさは16μmとわかっているので，試料の大きさは，16×12＝192(μm)となる。

問2　それぞれの細胞小器官の性質や機能については，しっかりと覚えておきたい。

核	―	細胞の生命活動の中枢
ミトコンドリア	―	好気的な呼吸の場
葉緑体	―	光合成の場
小胞体	―	細胞内の物質の運搬
ゴルジ体	―	物質の分泌
液胞	―	浸透圧の調節，物質の貯蔵
中心体	―	細胞分裂で紡錘糸を形成，べん毛やせん毛の形成
細胞膜	―	物質の出入りを調節，選択的透過性
細胞壁	―	主成分はセルロース，細胞を保護

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第２講　確認テスト

問１　[1] ①　[2] ③　[3] ⓓ　[4] ⓐ
問２　①
問３　⑨

【解説】

問１　アミノ酸は，中央の炭素原子に炭素を含むカルボキシ基，窒素を含むアミノ基，水素原子と側鎖が結合している。隣り合うアミノ酸同士の結合は，互いのカルボキシ基とアミノ基の間で水が抜けることで形成され，特にペプチド結合と呼ばれる。この結合によりアミノ酸が連なったものをペプチドという。ポリペプチドを構成するアミノ酸の種類と配列によって，ポリペプチド内では部分的に水素結合ができ，二次構造が形成される。

問２　ポリペプチド内の水素結合によって形成される二次構造には，らせん状の構造をとるαヘリックスや，平面状の構造をとるβシートなどがある。βシートはジグザグ構造とも表現されるので，①が正解となる。

問３　αヘリックスやβシートなど部分的な二次構造がさらに複雑に組み合わさって，各ポリペプチドに固有の立体構造が形成される。この構造は三次構造とよばれる。タンパク質のなかには，複数のポリペプチドが組み合わさって，機能を発揮するものもあり，この複数のポリペプチドが組み合わさった構造は四次構造と呼ばれる。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第３講　確認テスト

問１　⑦　　問２　②　　問３　④
問４　②　　問５　①

【解説】

問１　豚の肝臓には過酸化水素を水と酸素に分解するカタラーゼが含まれる。カタラーゼも二酸化マンガンも触媒であるが，無機触媒である二酸化マンガンはpHの変化にも強いのに対して，生体触媒であるカタラーゼは極端なpH条件では変性して，酵素としての活性を失ってしまう。ゆえに，カタラーゼに塩酸を加えた試験管Ｂでは気体は発生しない。

問２　カタラーゼや二酸化マンガンは，過酸化水素を水と酸素に分解する触媒である。ゆえに，発生した気体は酸素である。

問４　問１で酸素が発生しなかった試験管Ｂについての説明を選べばよい。物質Ｘ＝カタラーゼが酸によって変性（立体構造が変化）してしまったことが原因である。

問５　酵素は反応の前後で変化しないため，試験管Ａで反応が酸素の発生が終わった後も，カタラーゼは活性を保ったまま存在している。過酸化水素が追加されると，カタラーゼによる分解が進むため酸素が発生する。正しい選択肢は①となる。②，③カタラーゼは分解されない。⑤，⑥過酸化水素や水が気化するのではなく，酸素が発生している。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第４講　確認テスト

問１　⑴　③　　⑵　④
問２　③
問３　⑤
問４　④

【解説】

問１　細胞の形や細胞内の構造は，タンパク質でできた細胞骨格という繊維状の成分に支えられている。細胞骨格は，太さと構成するタンパク質の種類から三つに大別され，その直径の小さい順に，アクチンフィラメント，中間径フィラメント，微小管に分類される。アクチンフィラメントは，アクチンとよばれる球状のタンパク質が集合してできた繊維であり，主に細胞膜の直下に存在している。中間径フィラメントは，ケラチンなどの繊維状のタンパク質が重なり合って強固な構造をつくっており，細胞質基質や核膜の内側に多い。微小管は，チューブリンとよばれる球状のタンパク質が多数結合して管状構造となったものであり，中心体を起点として，細胞の中央から縁部に向けて伸びている。

問２　原形質流動は，アクチンフィラメントのレールの上を，モータータンパク質であるミオシンが移動することで起こる。ミオシンの移動にはATPの分解によって生じたエネルギーが用いられる。

問３　中間径フィラメントは物理的な強度が強く，細胞や核の形状の保持に寄与している。アクチンフィラメントは，原形質流動やアメーバ運動，動物細胞の細胞質分裂でみられるくびれの形成などに関わっている。微小管は，細胞小器官や細胞内の物質の移動，細胞分裂における紡錘糸の形成，べん毛や繊毛の形成などに関わっている。

問４　アクチンフィラメントにはミオシンが，微小管にはダイニンやキネシンなどのモータータンパク質が作用する。筋収縮や動物細胞の細胞質分裂でみられるくびれの形成にはミオシンが，鞭毛の屈曲や神経繊維内での物質輸送，細胞分裂における紡錘糸による染色体の移動には，ダイニンやキネシンが関わっている。アメーバ運動は，アクチンが重合と脱重合を繰り返すことで細胞質基質がゲル状になったりゾル状になったりすることで起こる。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第5講　確認テスト

問1　⑦
問2　①
問3　④

【解説】

問1　濃度勾配に従って物質が移動する現象は拡散という。細胞膜は，物質によってその膜透過性が異なり，細胞内での生命現象に必要な物質のやり取りを行っている。このような細胞膜の性質を選択的透過性といい，膜の化学的透過性やチャネル，輸送体による受動輸送，ポンプによる能動輸送によって支えられている。

問2　②について，アクアポリンは水を選択的に透過する水チャネルであり，その他のイオンは透過しない。③について，輸送体は受動輸送を促進する膜タンパク質であるため，物質の濃度勾配の影響を受ける。④について，アクアポリンは膜上に存在する場合は常時開いている膜タンパク質である。ホルモンの刺激を受けて開口するわけでない。⑤について，ナトリウムポンプの働きによって細胞内にナトリウムイオンの濃度は低く保たれている。ナトリウムチャネルが開いた場合は，細胞内にナトリウムイオンが流入する。

問3　①について，ポンプは，濃度勾配に依らず物質を特定の方向に輸送する膜タンパク質である。②について，カリウムイオンを輸送するタンパク質として，ナトリウムポンプがもっとも有名である。ナトリウムポンプはカリウムイオンを細胞内に取り入れると同時にナトリウムイオンを細胞外に排出している。③について，活動電位の発生に必要なイオンはカリウムイオンではなく，ナトリウムイオンである。⑤について，活動電位が神経細胞末端に到達すると電位変化に依存してカルシウムチャネルが開く。その結果，カルシウムイオンが細胞内に流入し，エキソサイトーシスによって神経伝達物質が放出される。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第６講　確認テスト

問１　c，f　問２　b　問３　d　問４　c
問５　a　問６　c　問７　c

【解説】

問１　一部の酵素の反応には補酵素が必要である。補酵素は低分子の有機物であり，透析によって酵素のタンパク質部分と分離できる。セロハンを通過できる小さい補酵素は外液に移行し，タンパク質部分は内液に残ることになる。補酵素は有機物ではあるが，タンパク質ではないため熱に強い。タンパク質部分は熱に弱く加熱によって不可逆に変性してしまう。これらのことから，外液(加熱・非加熱どちらでもよい)と非加熱の内液があれば，補酵素と正常なタンパク質部分がそろうことになり，酵素活性がみられると考えられる。

問２　補酵素は，酵素反応に必要な低分子の有機物であり，タンパク質ではないため熱に強い。酵素のタンパク質との結合は弱く，分子量は小さいため，透析によってタンパク質部分と分離することができる。ゆえにa,c,dは不適となる。ビタミン類の一部は補酵素として働く。

問３　セロハンには微細な穴が開いており，それを通過できる小さい物質は自由に透過させるが，大きな物質は透過できない。このような性質を半透性という。

問５　酵母菌がおこなうアルコール発酵では，グルコースが分解されてエタノールと二酸化炭素を生じる。$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 (+2ATP)$ の化学反応式も覚えておこう。

問６　発生した40mgの気体は二酸化炭素である。グルコース，エタノール，二酸化炭素の分子量はそれぞれ180，46，44であるので，$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$ の式から，180gのグルコースが消費された場合は，2×46gのエタノールと，2×44gの二酸化炭素を生じることがわかる。消費したグルコースと発生した二酸化炭素で比例式をたてると，$180 : 2 \times 44 = x : 40$ となり $x \fallingdotseq 81$mgが求める値となる。

問７　1molのグルコースの分解によって，アルコール発酵では2molのATPが合成される。生じたエネルギー234kJのうち，30×2kJがATPの合成に利用されたことになる。ゆえに，$\frac{30 \times 2}{234} \times 100 = 25.64\cdots$が求める値となる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第７講　確認テスト

問１　(ア)　j　(イ)　b　(ウ)　f　(エ)　c　(オ)　e　(カ)　i
問２　A　カ　B　ア　C　エ
問３　A　a　B　f　C　d
問４　a
問５　b
問６　g

【解説】

問１～３　解糖系は細胞質基質で進む過程であり，グルコースから二分子のピルビン酸を生じる。この過程ではATPの消費と合成，脱水素反応が起こる。ピルビン酸はミトコンドリアのマトリックスに運ばれ，脱炭酸反応によってC_2化合物のアセチルCoAとなる。アセチルCoAはオキサロ酢酸と結合してC_6化合物のクエン酸が生じるが，さらに脱水素反応や脱炭酸反応を通じて，再びオキサロ酢酸が生じる。この一連の回路状の反応は，クエン酸回路と呼ばれる。解糖系やクエン酸回路で生じた水素は補酵素を還元して還元型補酵素となっている。補酵素によってミトコンドリア内膜に存在する電子伝達系に運ばれた水素は，多量のATP合成に利用され，最終的には酸素と反応して水が生じることになる。還元型補酵素は酸化されて，酸化型補酵素となる。

問４　嫌気的な条件では，酸素を直接消費する電子伝達系が止まってしまう。この場合，補酵素が還元されたままになり，脱水素反応に必要な酸化型補酵素が不足する。その結果，脱水素反応を多く含むクエン酸回路も止まってしまう。解糖系で生じた還元型補酵素は，酸素が不足してもピルビン酸と反応して酸化型補酵素に戻れるため，酸素が不足しても解糖系は進行する。この場合，ピルビン酸は還元されて乳酸を生じることになる。この過程は解糖とよばれる。

問５　二酸化炭素は，クエン酸回路で働く脱炭酸酵素の作用で生じる。

問６　1分子のグルコースが呼吸で完全に分解されると，解糖系で2分子，クエン酸回路で2分子，電子伝達系で34分子，合わせて38分子のATPが生じることになる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第8講　確認テスト

問1　ア　③　　ウ　②　　問2　②　　問3　④
問4　⑤　　問5　③

【解説】

問1　光合成の過程は，チラコイドで進行する光を直接必要とする反応と，ストロマで進行する光が直接関係しない反応に分けられる。チラコイドでの反応には，光合成色素が光を受容する反応，水の分解，ATPの合成，還元型補酵素の生成などが含まれており，合成されたATPや還元型補酵素によって，ストロマでのカルビン・ベンソン回路が進む。

問2　チラコイドでの反応には，光合成色素が光を受容する反応，水の分解，ATPの合成，還元型補酵素の生成などが含まれている。①光リン酸化反応はATP合成を指し，二酸化炭素は分解されない。②正しい。光化学系Ⅱで水が分解されて，酸素が生じる。③合成されたATPはカルビン・ベンソン回路で用いられるのであり，還元型補酵素の生成に用いられるわけではない。④酸化的リン酸はミトコンドリア内でのATP合成を指す。⑤光化学系Ⅱで活性化した電子は電子伝達系に放出される。光化学系Ⅰから放出された電子は，補酵素の還元に用いられる。

問3　ストロマでは，カルビン・ベンソン回路によって二酸化炭素から有機物が合成される。その過程で，チラコイドで合成されたATPや還元型補酵素が消費される。二酸化炭素はC_5化合物であるリブロースビスリン酸(RuBP)と反応して，2分子のC_3化合物リングリセリン酸(PGA)を生じる。その後，回路状の反応を通じて，再びリブロースビスリン酸が生じる。中間生成物としてピルビン酸は生じないため，④が誤りである。

問4　ATP合成酵素は，チラコイド膜を貫通するように存在しており，水素イオンがチラコイド内からストロマに流出する際のエネルギーを利用してATPが合成される。ゆえに⑤Eが正しい。

問5　ミトコンドリアのATP合成酵素も，内膜を貫通するように存在している。ミトコンドリアでは，水素イオンが膜間腔からマトリックスに流出する際のエネルギーを利用してATPが合成される。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第9講　確認テスト

問1　ア　(8)　イ　(4)　ウ　(5)　エ　(3)　オ　(9)　カ　(6)

問2　(1), (4)

問3　(5)

【解説】

問1　光合成色素はチラコイド膜に存在している。光化学系Ⅱでは，吸収した光のエネルギーを用いて水が分解され，酸素と水素イオン，電子が生じる。また電子伝達系とATP合成酵素によってATPが合成されるとともに，還元型補酵素も生成する。このATPと還元型補酵素のエネルギーによってカルビン・ベンソン回路が進行し，二酸化炭素を還元して有機物が合成される。カルビン・ベンソン回路は葉緑体のストロマで進む。

問2　最も不足する環境要因(限定要因)が変化すると，光合成速度も変化する。(1)光の強さがaの範囲のとき，光の強さを変えると光合成速度が変化しているため，光の強さが限定要因といえる。(2)光の範囲がbのとき，30℃のグラフでは光の強さに応じて光合成速度が変化しているため，温度が限定要因とはいえない。(3)光の強さはcの範囲のとき，10℃のグラフも30℃のグラフも光の強さを変えても光合成速度は変わらない。光の強さが限定要因ではない。(4)光飽和点とは，それ以上光を強くしても光合成速度が大きくならなくなる最小の光の強さである。あきらかに，10℃の場合の方が光飽和点は低い。

問3　光を浴びている植物は呼吸と光合成を同時に行っている。光を照射している場合，吸収している二酸化炭素の量は，光合成速度から呼吸速度を引いた見かけの光合成速度であり，実際にはそれに，呼吸で排出している二酸化炭素の量を足した分の二酸化炭素を光合成で吸収している。ゆえに，4＋1＝5 mgCO_2/時が真の光合成速度となる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第10講　確認テスト

問１　①　　問２　⑤　　問３　⑨　　問４　④

【解説】

問１　ａについて，植物が根から吸い上げた硝酸イオンは，硝酸還元酵素，亜硝酸還元酵素の働きによってアンモニウムイオンに還元される。この過程は,硝酸還元といわれる。ｂについて，植物体内でつくられてアンモニウムイオンは，グルタミン酸と結合することでグルタミンを生じる。基質と生成物が逆である。ｃについて，植物は窒素同化で合成したアミノ酸から，さらに複雑な有機窒素化合物を合成する。タンパク質やクロロフィル，ATPなどは窒素化合物であるが，デンプンは窒素を含まない。

問２　N_2を直接取り込んでアンモニウムイオンに変える作用は窒素固定とよばれ，窒素固定細菌やネンジュモなどのシアノバクテリアなどが行う。窒素固定細菌には，アゾトバクターやクロストリジウム，マメ科植物に共生する根粒菌などが知られている。

問３　（ア）単純な窒素化合物から複雑な窒素化合物を合成する過程は窒素同化とよばれる。（イ）大気中に窒素はおよそ80％含まれている。（ウ），（エ）窒素固定によってN_2からアンモニウムイオンが生じる際，窒素は水素と反応することで還元されている。

問４　硝酸イオンの分子量は62であり，そのなかの14が窒素に相当するので，Agの硝酸イオンを植物が根から吸収したとすると，タンパク質に取り込まれた窒素は$A\times\frac{14}{62}\times0.8$となる。これが10gのタンパク質内の窒素となっているので，$A\times\frac{14}{62}\times0.8=10\times0.16$が成り立つ。これを解くと，$A=8.85\cdots$となる。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第11講　確認テスト

問１　1　②　2　⑦　3　③　4　⑤　5　⑰　6　⑭　7　⑪
問２　8　②　9　②　10　③

【解説】

問１　細胞分裂に先立って，DNAが複製される。DNAの複製では，まずは２本鎖DNAが１本鎖に開裂し，開裂したそれぞれの鎖が鋳型となって新生鎖が合成される。この場合，鋳型となるヌクレオチド鎖のもつ塩基と相補的な塩基をもつヌクレオチドが塩基間で水素結合し，さらにDNAポリメラーゼによってとなりのヌクレオチドと順次連結されることで新生鎖が合成される。その結果，同じ塩基配列をもった2本鎖DNAが2本できることになる。塩基はアデニンに対してチミンが，グアニンに対してシトシンが対応しており，この関係は塩基の相補性とよばれる。

問2　DNAの複製は，細胞周期の間期のS期に行われる。DNAの複製では，新しくできた二本鎖DNAの一方の鎖は古いものがそのまま残り，もう一方の鎖が新生されることになる。このようなDNAの複製は，半保存的複製とよばれ，メセルソンとスタールによって実験的に証明された。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第12講　確認テスト

問1　イ　　問2　ア　　問3　ウ

【解説】

問1　①は各染色体の縦裂面での分離というキーワードから，体細胞分裂の後期であると判断できる。②は核膜と核小体の出現,細胞質分裂とのキーワードから体細胞分裂終期，③は染色体の出現，核膜と核小体の消失から，体細胞分裂前期，④は染色体が赤道面に並ぶとのキーワードから体細胞分裂中期であると判断できる。以上より，③→④→①→②が正解となる。

問2　体細胞分裂では，縦裂した染色体が2分して娘細胞に分配される。この場合，縦裂した染色体も1本，分離したそれぞれの染色体も1本数えるため，母細胞と娘細胞では染色体の本数は変化しない。

問3　アについて，体細胞分裂において核分裂は細胞質分裂に先行して進む。分裂終期に核膜が再生して核分裂が完了する時期に細胞質分裂がはじまり，核分裂に少し遅れて完了する。イについて，植物細胞では，くびれではなく細胞板によって細胞質分裂が起こる。エについて，間期の細胞では染色体は核内に広がって分布しているが，分裂期には棒状にまとまる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第13講　確認テスト

文章1　問1　ア　c)　　イ　c)　　ウ　b)

　　　　問2　b)

文章2　問3　c), g)

　　　　問4　f)

【解説】

問1　真核生物の遺伝子発現では，まず対象の遺伝子の転写開始部位であるプロモーター領域に基本転写因子が結合し，さらにそこにRNA合成酵素が結合して複合体を形成することで開始される。基本転写因子は，真核生物に固有のものなので，しっかりと覚えておきたい。

問2　a)について，スプライシングは核内で進むため，不適。b)について，真核生物で行われる選択的スプライシングの説明である。正しい。c)について，mRNAはDNAの一方の塩基配列を写し取った1本鎖の構造であり，mRNAにシャルガフの規則は成り立たない。d)について，DNAから合成されるRNAは，mRNA，tRNA，rRNAの3種類となる。e)について，RNA合成酵素は，新生鎖を5´側から3´側にヌクレオチドを連結してRNAを合成する。ゆえに，正しいのはbのみとなる。

問3　ニーレンバーグは，ウラシルのみの人工RNAの翻訳によってフェニルアラニンのみからなるポリペプチドを合成した。コラーナはACが繰り返された人工RNAの翻訳によって, トレオニンとヒスチジンが交互に繰り返したポリペプチドを合成した。また, コラーナはCAAが繰り返された人工RNAの翻訳によって，グルタミンのみ，アスパラギンのみ，トレオニンのみの3種類のポリペプチドを合成した。彼らの研究によって遺伝暗号の解明が進んでいった。

問4　AUUが繰り返された人工RNAが翻訳される場合，コドンAUU が連続することによってイソロイシンのみからなるポリペプチド，コドンUAUが連続することによってチロシンのみからなるポリペプチド，コドン UUAが連続することによってロイシンのみからなるポリペプチドの3種類が合成されると考えられる。選択肢に相当するものがないので，fが正解となる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第14講　確認テスト

問1　④
問2　③
問3　⑤

【解説】

問1　機能的に関連がある遺伝子が隣接し，1つの調節領域によって転写が調節されている場合，その遺伝子群をオペロンという。ラクトースの代謝に必要な3つの遺伝子はラクトースオペロンと呼ばれる。オペロンは，まとめて長いmRNAとして転写されるが，翻訳の過程で複数のポリペプチドが合成される。

問2　培地ⅰ)にはグルコースを含むため，大腸菌は順調に増殖すると考えられる。この場合，BとCが考えられる。培地ⅱ)にはグルコースとラクトースを含むため，大腸菌はまずはグルコースを消費して増殖する。その後，グルコースが枯渇すると一旦増殖はとまるが，ラクトースオペロンの発現が誘導されてラクトースが消費できるようになると再び増殖すると考えられる。これに合致するのはAになる。ゆえに，③が正解となる。

問3　RNAポリメラーゼがプロモーター領域に結合する際，真核生物では基本転写因子を必要とするが，原核生物では基本転写因子は見られない。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第15講　確認テスト

問1　②
問2　②
問3　②，④

【解説】

問1　mRNAの3つ組み塩基はコドンと呼ばれる。mRNAを構成する塩基はA，U，G，Cの4種類であるため，コドンは4^3＝64種類が存在する。そのうち翻訳の終了を指定するUAA，UAG，UGAはアミノ酸を指定しないため，実際にアミノ酸を指定するコドンは全部で64－3＝61種類となる。また，生体を構成するアミノ酸は全部で20種類しかないため，多くのアミノ酸が複数のコドンで指定されることになる。

問2　終止コドン（ナンセンスコドン）はUAA，UAG，UGAの3種類となる。mRNA上にこの配列があった場合，必ず終止コドンになるわけではない。開始コドンから始まったコドンの読み枠と合致するようにUAA，UAG，UGAがあらわれた時に終止コドンになることに注意したい。

問3　①について，SNPは一塩基多型といい，個人のゲノム間でみられる一塩基単位の差のことを表す。塩基配列の変化の結果，終止コドンの配列が生じることはナンセンス突然変異という。②について，正しい。③について，フレームシフト突然変異は，塩基の欠失や挿入によってコドンの読み枠が変化してしまう突然変異である。これが起こった場合，変化した部位の下流域のアミノ酸配列まで大きく変化することになる。④について，正しい。突然変異によって塩基が置換しても，同じアミノ酸を指定する場合は表現型の差として現れず，生存に有利にも不利にもならない。このような変異は集団のなかに残りやすい。⑤について，突然変異は哺乳類でも原核生物の大腸菌に対しても起こる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第16講　確認テスト

問１　ⓒ
問２　a　⑧　　b　⑦　　c　④
問３　ⓕ

【解説】

問１　DNA抽出実験では，タンパク質分解酵素や加熱によってタンパク質を取り除き，食塩水にDNAを溶かしたうえで，エタノールを加えることでDNAを析出させる。DNAは水に溶けるが，エタノールには溶けにくい。そのため，エタノールを加えると，溶けきれなくなったDNAが析出してくる。一般的な流れと，処理の効果を確認しておきたい。

問２　PCR法は，DNAの特定の領域を増幅する手法である。反応溶液には，目的の領域を含むDNA断片，DNAヌクレオチド，耐熱性のDNAポリメラーゼ，増幅させる領域を挟み込むプライマーを入れる。PCR法では，これらの混合液を95℃→60℃→72℃の温度で順番に処理し，この操作を繰り替す。それぞれの温度では，

95℃：　熱によって塩基間の水素結合が切断され，２本鎖DNAが１本鎖DNAに解離する。
60℃：　プライマーが増幅させたいDNA領域の両端に結合する。
72℃：　DNAポリメラーゼの最適温度であるため，DNAポリメラーゼによってDNAの複製反応が起こる。

この一連の操作によってDNAの断片数は２倍に増幅される。

問３　Aについて，PCR法では，増幅させるDNA領域の長さによらず一連の操作によって２倍の数に増幅されるため，不適。Bについて，PCR法はDNAを増幅する方法なので，使用するヌクレオチドは，糖としてデオキシリボースを含み，塩基はATCGの４種類となるため，不適。Cについて，PCR法では２本鎖のそれぞれを鋳型として，新しいDNA鎖が合成される。その結果生じる２本の２本鎖DNAは，どちらも同じ塩基配列を持つことになる。２種類の２本鎖DNAが生じることにはならないため，不適。Dについて，PCR法では，一連の操作を１サイクルすることで，目的とするDNA断片の数は２倍に増えるため，不適。

©RECRUIT HOLDINGS

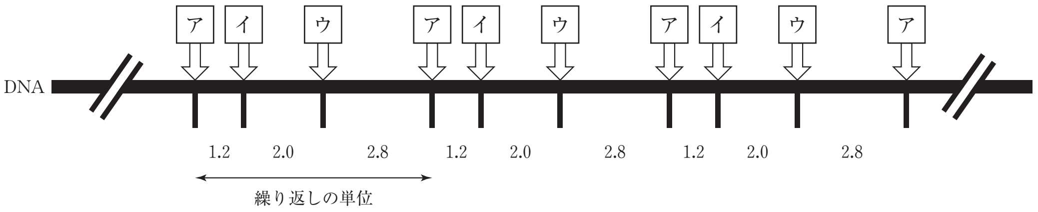
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第17講　確認テスト

問１　e）
問２　b）

【解説】

問１　DNAが6.0Kbpの単位を繰り返していることに注意したい。



もしも，[ア]が制限酵素*Eco*RⅠで切断されるとすると，*Eco*RⅠでの切断で6.0Kbpの断片が得られるためには，[イ]，[ウ]は*Eco*RⅠでは切断されないことになる。だが，[イ]，[ウ]が制限酵素*Hpa*Ⅰで切断されるとすると，2.0KbpのDNA断片が生じることになる。これは，実際の*Hpa*Ⅰで処理した結果とは矛盾するため，[ア]は*Eco*RⅠではなく，*Hpa*Ⅰで切断されることになる。また*Hpa*Ⅰのみで処理することで，4.8Kbpと1.2Kbpの断片が生じるためには*Hpa*Ⅰによって[イ]も切断されなくてはならない。ゆえに，eが正解となる。

問2　制限酵素*Eco*RⅠは2本鎖DNAに含まれる特定の6塩基対の配列を認識して切断する。塩基がランダムに並んでいると仮定した場合，その特定の6塩基対の配列が生じる確率は$\left(\frac{1}{4}\right)^6=\frac{1}{4096}$となる。すなわち，平均して4096塩基ごとに1回切断されることになるため，bが正解となる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第18講　確認テスト

問1　(1)　②　(2)　⑤　(3)　④　(4)　⑪　(5)　⑫　(6)　⑪
(7)　⑭　(8)　⑭　(9)　⑱　(10)　⑯　(11)　⑪　(12)　⑯

問2　④

問3　④

【解説】

問1　図において，A～Cは体細胞分裂の間期(G_1期，S期，G_2期)に，D～Gは体細胞分裂の分裂期(前期，中期，後期，終期)に相当する。H～Jは減数分裂の前の間期(G_1期，S期，G_2期)に，K～Nは減数分裂第一分裂(前期，中期，後期，終期)，O～Rは減数分裂第二分裂(前期，中期，後期，終期)に相当する。Sは，減数分裂完了後となる。卵原細胞は減数分裂前の体細胞分裂を繰り返している時期であり，一次卵母細胞は減数分裂第一分裂，二次卵母細胞は減数分裂第二分裂の時期にある細胞を指す。ヒトでは，減数分裂第二分裂の中期で排卵が起こり，そのまま輸卵管の中で精子の侵入を受ける。その後，極体が放出された後に精子由来の核と卵由来の核の融合が起こり，受精が完了する。

問2　①について，体細胞分裂では細胞質分裂は1回であるが，減数分裂は2回の連続した分裂であり，細胞質分裂も2回起こることになる。②について，体細胞分裂は比較的短い時間で完了するが，減数分裂は場合によって非常に長い時間をかけて進む。例えば，ヒトでは卵を形成するための減数分裂は，出生前に始まり，10年以上の間隔をあけて完了する。③について，体細胞分裂では分裂の前後で染色体数は変化しないが，減数分裂では分裂の結果，娘細胞の染色体数は母細胞の半分となる。④について，体細胞分裂では，細胞内に両親から受け継いだ相同染色体が確認できる。減数分裂第一分裂では相同染色体が対合した二価染色体が観察されるが，減数分裂第二分裂では相同染色体は見られない。減数分裂でも第一分裂では相同染色体が観察されることになるため，④が正解となる。

問3　卵形成では，不均等な細胞質分裂が進むため，1つの一次卵母細胞から1つの卵しか生じない。600個の卵が形成されるためには，600個の一次卵母細胞が必要となる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第19講　確認テスト

問1　①
問2　③
問3　④
問4　④

【解説】

問1　連鎖が完全な場合，F_1が形成する配偶子の遺伝子型とその分離比は，$AB:ab=1:1$となる。その場合，F_1同士をかけ合わせると，$AABB:AaBb:aabb=1:2:1$となる。

	AB	ab
AB	$AABB$	$AaBb$
ab	$AaBb$	$aabb$

問2　連鎖とは，複数の遺伝子が同じ染色体上に存在する状態を指す。生物の染色体の本数に対して，遺伝子の数は非常に多いため，必然的にいくつかの遺伝子が連鎖することになる。例えば，ヒトゲノムは23本の染色体に分断されているが，そこにおよそ22000個の遺伝子が存在しているため，ある染色体には複数の遺伝子が存在することになる。連鎖している遺伝子は，減数分裂の際にまとまって配偶子に伝わることになる。

問3　組換え価とは，ある個体が形成した配偶子全体の中で，組換えの結果生じた配偶子の割合を表す。F_1ではAとB，aとbが連鎖しているため，生じた配偶子の中でAbとaBの遺伝子型のものが組換えの結果生じた配偶子になる。ゆえに組換え値は，$\frac{1+1}{4+1+1+4}\times 100=20\%$となる。

問4　F_1が形成する配偶子の遺伝子型とその分離比が$AB:Ab:aB:ab=4:1:1:4$の場合，F_1同士のかけ合わせの結果は下の表のようになる。

	$4AB$	Ab	aB	$4ab$
$4AB$	$16AABB$	$4AABb$	$4AaBB$	$16AaBb$
Ab	$4AABb$	$AAbb$	$AaBb$	$4Aabb$
aB	$4AaBB$	$AaBb$	$aaBB$	$4aaBb$
$4ab$	$16AaBb$	$4Aabb$	$4aaBb$	$16aabb$

表現型でまとめると，$[AB]:[Ab]:[aB]:[ab]=66:9:9:16$となる。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第20講　確認テスト

問1　⑤

問2　④

問3　④

問4　ア　④　　イ　⑦　　ウ　①

問5　①

【解説】

問1　aは始原生殖細胞から分化した細胞で，体細胞分裂を繰り返している時期と考えられる。aは精原細胞である。bは精子が形成される2段階前の状態なので，一次精母細胞であると考えられる。cは二次精母細胞である。

問2　dは始原生殖細胞から分化した細胞で，体細胞分裂を繰り返している時期と考えられる。dは卵原細胞である。eは極体の放出を伴う減数分裂第一分裂直前である一次卵母細胞，fは減数分裂第二分裂で生じる極体なので，第二極体である。

問3　減数分裂第一分裂の際に，$2n$からnへと染色体数が半減する。cは減数分裂第一分裂が終了した後の二次精母細胞であり，その核相はnである。同種であれば，基本的には染色体数は同じである。 fは減数分裂第二分裂で生じる第二極体なので，核相はnとなる。$2n=24$なので，nは12本に相当する。④が正しい。

問4　精子の頭部には核が，中片にはべん毛運動のエネルギーを生み出すためのミトコンドリアが，尾部はべん毛がみられる。また，受精において重要な役割を担う先体は，ゴルジ体から形成される。

問5　②について，染色体の乗換えは相同染色体の対合の際に起こるため，減数分裂ではみられるが，体細胞分裂ではみられない。③について，染色体の縦裂面での2分は体細胞分裂と減数分裂第二分裂でみられる。④について，細胞質分裂で細胞板とくびれのどちらがみられるかは，植物細胞と動物細胞の差であって，体細胞分裂と減数分裂の差ではない。植物細胞の場合，体細胞分裂と減数分裂によらず細胞質分裂では細胞板がみられ，動物細胞の場合，体細胞分裂と減数分裂によらず細胞質分裂ではくびれがみられる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

はじめに

本講座は，高1，2年生で初めて生物を学ぶ人に向けたものになります。全40講の講座を通して，生物の全単元について，必ず身につけておいてほしい基本的な知識や基礎問題の解き方を学んでいってもらいます。

初めて生物を勉強する人にとっては，生物は暗記事項が多く，最初は苦しい思いをするかもしれません。どのようなことでも学び始めは，難しく感じるものです。それでも，高1，2年生のこの時点でしっかりと下地を作っておくことは，きっとその後の飛躍を助けてくれます。

生物という科目を学ぶ上で心掛けておいてほしいことは，“基礎的な用語，形の理解を疎かにしない”ということです。言葉を知らなくては，現象を理解し記述することはできません。形を知らなくては働きを理解することもできません。闇雲に言葉を覚えなくてはならない時間もありますが，そこを避けようとしてしまうとどこかで伸び悩んでしまうことになります。まずは“聞いたことがある”くらいでも構いません。新しい分野の世界観を作っていくのには時間がかかります。その生みの苦しみから眼を背けないようにしてください。

生物は学んだ分だけしっかりと伸びてくれる科目でもあります。これからの努力はきっと君たちの力になってくれます。一緒に頑張っていきましょう！

牧島　央武

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

目次

第４章　　生殖と発生（前期からの続き）

第21講　ウニの発生 ―――― P.4
第22講　カエルの発生 ―――― P.12
第23講　発生の仕組み① ―――― P.18
第24講　発生の仕組み② ―――― P.24
第25講　植物の配偶子形成と発生 ―――― P.32

第５章　　生物の環境応答

第26講　受容器　眼 ―――― P.38
第27講　受容器　耳 ―――― P.46
第28講　効果器 ―――― P.52
第29講　神経細胞 ―――― P.60
第30講　神経系 ―――― P.68
第31講　動物の行動 ―――― P.74
第32講　屈性，植物ホルモン ―――― P.82
第33講　光周性，発芽の調節 ―――― P.90

第６章　　生態と環境

第34講　個体群動態 ―――― P.98
第35講　生物間の相互作用 ―――― P.106
第36講　生産構造，物質の循環 ―――― P.112

第７章　　進化・分類

第37講　生命の歴史 ―――― P.118
第38講　進化論 ―――― P.126
第39講　分子進化，ハーディ・ワインベルグの法則 ―――― P.132
第40講　生物の系統 ―――― P.138

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第21講　ウニの発生

■**発生**　…　受精卵から個体が形成される過程

◆**卵割**　…　発生初期の体細胞分裂

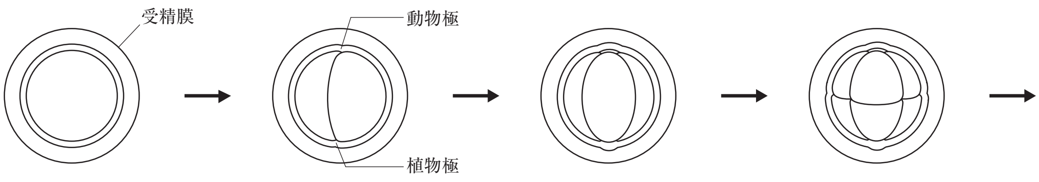
- ・間期が短い。（G_1期，G_2期がない→Ｓ期のみ）
- ・細胞周期が早く，割球は順次小さくなっていく。
- ・同調的に分裂する。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

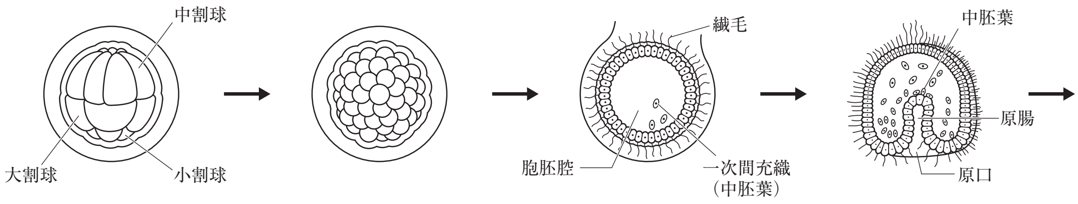
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆ウニの発生

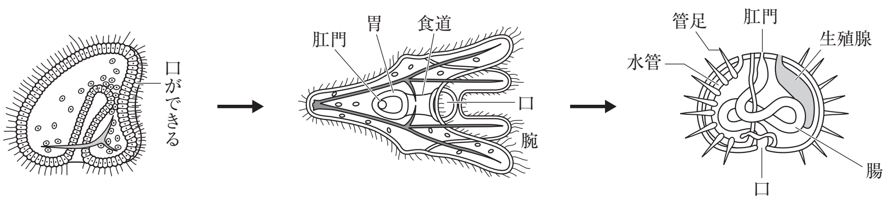
受精卵　　２細胞　　４細胞　　８細胞



16 細胞　　桑実胚　　胞胚　　原腸胚



プリズム幼生　　プルテウス幼生　　ウニ成体



ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第21講　演習問題

発生に関する次の文章を読み，以下の問1～問6に答えなさい。

ウニの受精卵の発生過程を観察すると，最初の卵割は［ア］をし，2細胞になる。2回目の卵割は［イ］をし，4細胞になる。3回目の卵割は［ウ］をし，8細胞になる。(1)4回目の卵割は動物半球と植物半球で異なる。その後，多数の割球がクワの実のように並んで胚をつくることから，桑実胚とよばれる胚になり，やがて内部には空所が形成される［エ］を経て，陥入が始まる［オ］になる。

問1　ウニの配偶子形成過程について，減数分裂直前の一次卵母細胞の細胞あたりのDNA量を2とした場合，二次卵母細胞と卵の細胞あたりのDNAの相対量として正しいものはどれか。その組み合わせとして最も適切なものを，次の1～8の中から一つ選びなさい。

	卵	二次卵母細胞
1.	2	1
2.	1	2
3.	1	4
4.	0.5	4
5.	1	1
6.	1	0.5
7.	0.5	1
8.	2	0.5

問2　ウニの配偶子形成において，1個の二次精母細胞と1個の一次卵母細胞から生じる精子と卵の個数として正しいものはどれか。その組み合わせとして最も適切なものを，次の1～6の中から一つ選びなさい。

	1個の二次精母細胞	1個の一次卵母細胞
1.	1個	1個
2.	2個	1個
3.	1個	2個
4.	2個	2個
5.	4個	1個
6.	4個	2個

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　文中の空欄［ア］～［ウ］に入る語句の組み合わせとして最も適切なものを，次の１～８の中から一つ選びなさい。

	ア	イ	ウ
1.	経割で均等な分裂	緯割で均等な分裂	経割で均等な分裂
2.	緯割で均等な分裂	経割で均等な分裂	緯割で均等な分裂
3.	経割で均等な分裂	緯割で不均等な分裂	経割で均等な分裂
4.	緯割で均等な分裂	経割で不均等な分裂	緯割で均等な分裂
5.	経割で均等な分裂	経割で均等な分裂	緯割で均等な分裂
6.	経割で均等な分裂	経割で均等な分裂	緯割で不均等な分裂
7.	緯割で均等な分裂	緯割で均等な分裂	経割で均等な分裂
8.	緯割で均等な分裂	緯割で均等な分裂	経割で不均等な分裂

問４　文中の空欄［エ］と［オ］に入る語句の組み合わせとして最も適切なものを，次の１～６の中から一つ選びなさい。

	エ	オ
1.	原腸胚	胞胚
2.	神経胚	原腸胚
3.	胞胚	原腸胚
4.	原腸胚	神経胚
5.	神経胚	尾芽胚
6.	胞胚	神経胚

問５　下線部(1)の４回目の卵割はどのようになるか。最も適切なものを，次の１～６の中から一つ選びなさい。

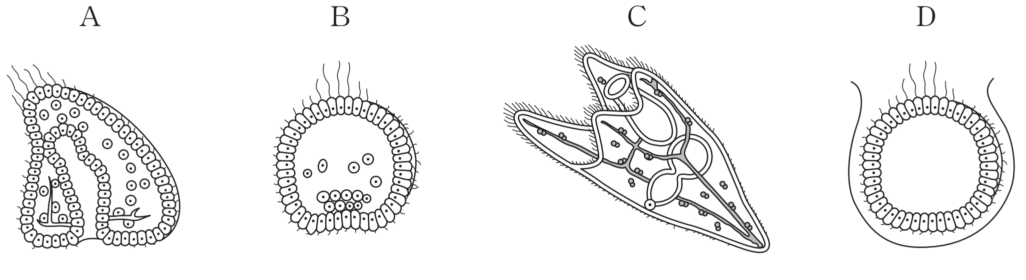
1. 動物半球から8個の中割球が生じ，植物半球からは４個の大割球と４個の小割球が生じる。
2. 動物半球から16個の中割球が生じ，植物半球からは８個の大割球と８個の小割球が生じる。
3. 動物半球から８個の大割球と8個の小割球が生じ，植物半球からは16個の中割球が生じる。
4. 動物半球から４個の大割球と４個の小割球が生じ，植物半球は経割により８個の中割球が生じる。
5. 動物，植物半球の区別なく，16個の等しい割球が生じる。
6. 動物，植物半球の区別なく，32個の等しい割球が生じる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問６　ウニの幼生が誕生するまでの発生過程でみられる次のＡ～Ｄの現象について，下の(ⅰ)・(ⅱ) に答えなさい。

Ａ．口の形成が始まる。
Ｂ．骨片をつくる細胞が胞胚腔に遊離する。
Ｃ．形態が変化して腕ができる。
Ｄ．胚が受精膜を溶かしてふ化する



(ⅰ)　Ａ～Ｄの現象が起こる順序として最も適切なものを，次の１～８の中から一つ選びなさい。

1.　Ａ→Ｂ→Ｄ→Ｃ　　2.　Ａ→Ｂ→Ｃ→Ｄ　　3.　Ｂ→Ａ→Ｃ→Ｄ
4.　Ｂ→Ａ→Ｄ→Ｃ　　5.　Ｃ→Ｂ→Ａ→Ｄ　　6.　Ｃ→Ｂ→Ｄ→Ａ
7.　Ｄ→Ｂ→Ｃ→Ａ　　8.　Ｄ→Ｂ→Ａ→Ｃ

(ⅱ)　Ｄの現象にあるふ化は，ウニとカエルではそれぞれどの時期に起こるか。その組み合わせとして最も適切なものを，次の１～８の中から一つ選びなさい。

	ウニ	カエル
1.	胞胚期	尾芽胚期
2.	胞胚期	原腸胚期
3.	胞胚期	神経胚期
4.	原腸胚期	神経胚期
5.	原腸胚期	尾芽胚期
6.	プリズム幼生期	オタマジャクシ幼生期
7.	プルテウス幼生期	神経胚期
8.	プルテウス幼生期	オタマジャクシ幼生期

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第21講　確認テスト

次の問1と問2に答えなさい。

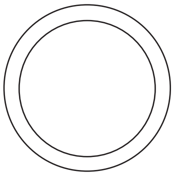
問1　ウニの発生に関する次の文章を読み，A～Cの問いに答えよ。

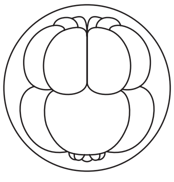
ウニの卵は等黄卵で，しばらくは等割を行うが，［　ア　］以降は異なる大きさの割球に分かれる。卵割が進むと，桑の実の形をした桑実胚となり，その後，胞胚になる。

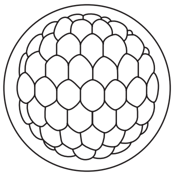
A　文章中の空欄［　ア　］に当てはまる語として最も適当なものを，次の①～⑤の中から一つ選べ。

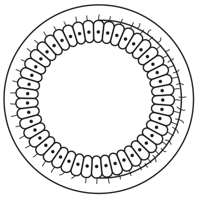
①　受精卵　　②　2細胞期　　③　4細胞期　　④　8細胞期
⑤　16細胞期

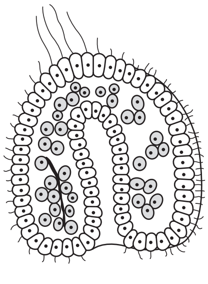
B　桑実胚を表した模式図として最も適当なものを，次の①～⑤の中から一つ選べ。

①


②


③


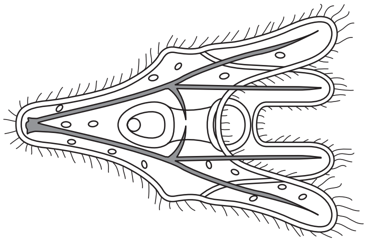
④〈断面〉


⑤〈断面〉


ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

C　下の模式図が表す発生段階の名称として最も適当なものを，次の①～⑥の中から一つ選べ。



① 桑実胚
② 胞胚
③ 原腸胚
④ プリズム幼生
⑤ プルテウス幼生
⑥ 成体

問２　ミドリムシと大腸菌は同じ生殖方法により新しい個体を形成する。この生殖方法として最も適当なものを，次の①～④の中から一つ選べ。

① 胞子生殖　② 分裂　③ 出芽　④ 栄養生殖

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

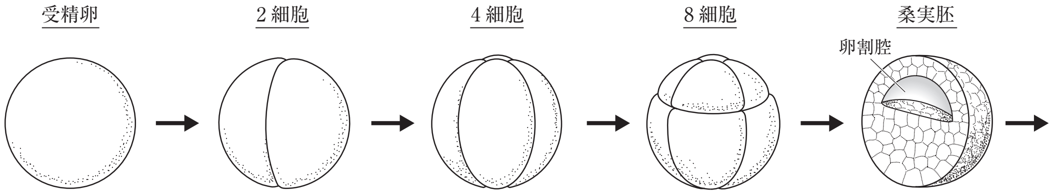
＜Note＞

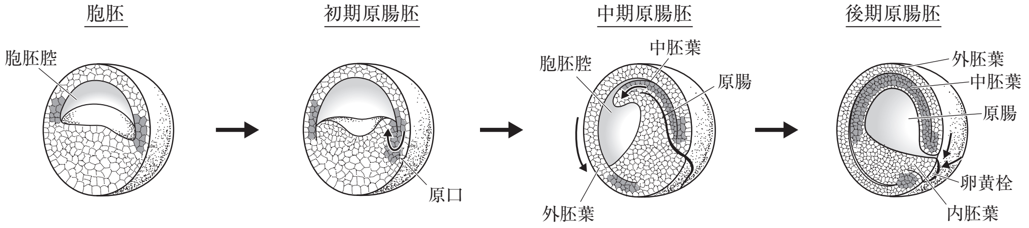
ⒸRECRUIT HOLDINGS

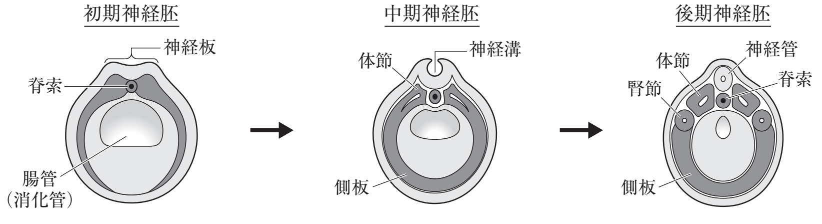
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

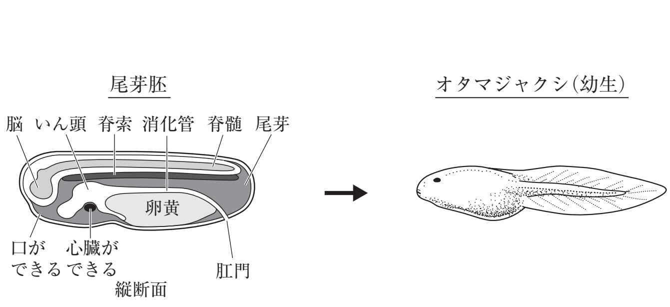
第22講　カエルの発生

■カエルの発生









©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆カエル尾芽胚期，断面

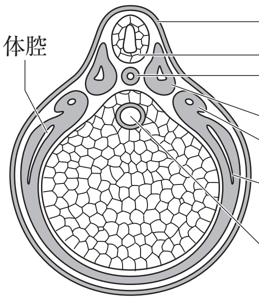
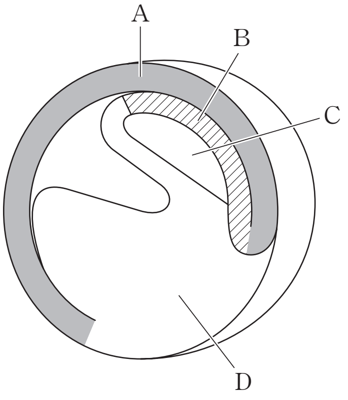


表　皮…皮膚の表皮，眼の水晶体・角膜 神経管…網膜，脳，脊髄	外胚葉
脊　索…退化する 体　節…骨格，骨格筋，皮膚の真皮 腎　節…腎臓，輸尿管 側　板…内臓・血管の結合組織や筋組織，心臓	中胚葉
腸　管…消化管の上皮，肺，肝臓，すい臓	内胚葉

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第22講　演習問題

(1)　下図は発生途中のカエルの胚の縦断面である。



1)　Aの胚葉から分化する組織または器官に含まれるのは［ 1 ］である。

①　脊椎骨　②　横紋筋　③　すい臓　④　血管　⑤　真皮
⑥　網膜

2)　Bの胚葉は，発生のより早い時期にほかの部位から誘導を受けてつくられる。Bの胚葉を誘導するのは［ 2 ］である。

①　灰色三日月環　②　予定内胚葉　③　予定外胚葉
④　原口背唇部　⑤　眼胞　⑥　眼杯

3)　Cの空所についての記述として正しいのは［ 3 ］である。

①　胚の表面の細胞が胚の内部に陥入して形成される。
②　胞胚腔が動物極側に伸びて形成される。
③　神経板のふちが互いにくっついて形成される。
④　胚の表面につながっている部分は原口とよばれ，将来の口となる。
⑤　この後しだいに小さくなり消滅する。

4)　Dの胚葉から分化する器官の働きについての記述として正しいのは［ 4 ］である。

①　運動する際に力を発生する。　②　外界からの刺激を伝達する。
③　血液を体内に循環させる。　④　体外から血液中に酸素を取りこむ。
⑤　血液中の老廃物を排出する。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

⑵　カエルの卵についての記述として正しいのは［ 5 ］である。

①　極体を生じた側が植物極となっている。
②　動物極と植物極は胚の外観から判断できない。
③　卵黄は植物極側に比べて動物極側により多く含まれている。
④　核は卵の動物極側に位置している。
⑤　卵細胞を肉眼で見ることはできない。

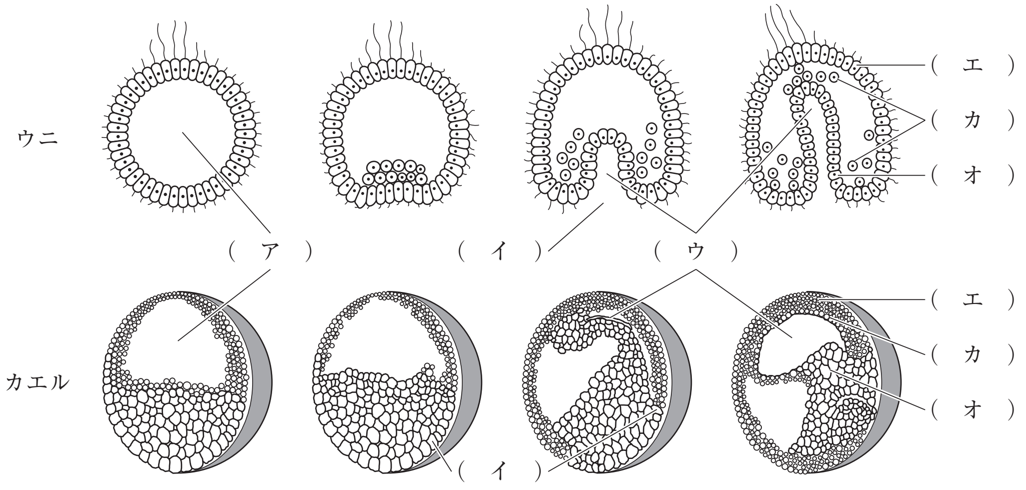
⑶　カエルの卵割についての記述として**間違っている**のは［ 6 ］である。
①　第一卵割は動物極と植物極を結ぶ線上で起こる。
②　卵割によって染色体数が半減して娘細胞が生じる。
③　分裂後の割球はほとんど成長しない。
④　染色体の完全な複製が繰り返される。
⑤　3回目の卵割では不等割が起こる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第22講　確認テスト

下図の上はウニ，下はカエルの発生の模式図であり，左から右へと発生が進む。発生初期の細胞分裂が進むと，内部に（　ア　）とよばれる空所ができる。その後，（　イ　）から胚の一部が内側へ陥入しはじめ，（　ウ　）とよばれる新たな空所ができる。この頃に，ウニでは外側をおおう（　エ　），（　ウ　）の壁を構成する（　オ　），これらの中間に位置する（　カ　）の3つの細胞群へと分かれ，それぞれが将来別々の組織になる。カエルでも，やはり将来別々の組織になる3つの細胞群（　エ　），（　オ　），（　カ　）に分かれる。やがて，（　ウ　）が（　イ　）の反対側に貫通して管になる。（　イ　）の場所やその付近は，ウニでもカエルでも将来（　キ　）になる。このような動物を（　ク　）とよぶ。



問１　（　ア　）～（　ク　）にもっとも適切な名称を下の(a)～(n)より選び，記号で答えよ。

(a)　原口　　(b)　原腸　　(c)　胞胚腔
(d)　腹腔　　(e)　腸　　(f)　形成体
(g)　脊索　　(h)　内胚葉　　(i)　中胚葉
(j)　外胚葉　　(k)　口　　(l)　肛門
(m)　旧口動物　　(n)　新口動物

問２　カエルにおける（　エ　），（　オ　），（　カ　）は将来何になるか，下の(o)～(r)よりもっとも適切なものを選び，記号で答えよ。

(o)　口から肛門へ通じる消化管など
(p)　体の表面にある表皮や感覚器・神経など
(q)　骨や筋肉など
(r)　母親と胎児との間にある羊膜やへその緒など

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

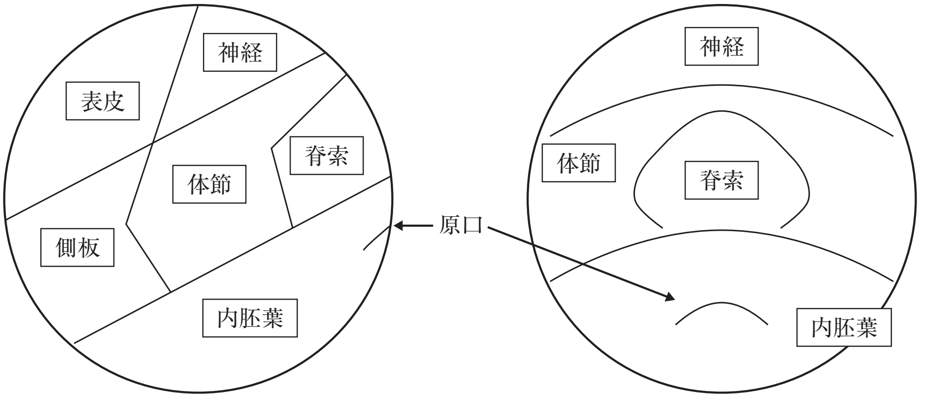
ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第23講　発生の仕組み①

■原基分布図（予定運命図）

イモリの胞胚表面の各部域が，正常な発生をした場合にどのような器官を形成するかを図示したもの。



局所生体染色法

フォークトはイモリ胞胚の表層の細胞を無毒な色素で染色，陥入による胚域の移動，分化の行方を追跡した。

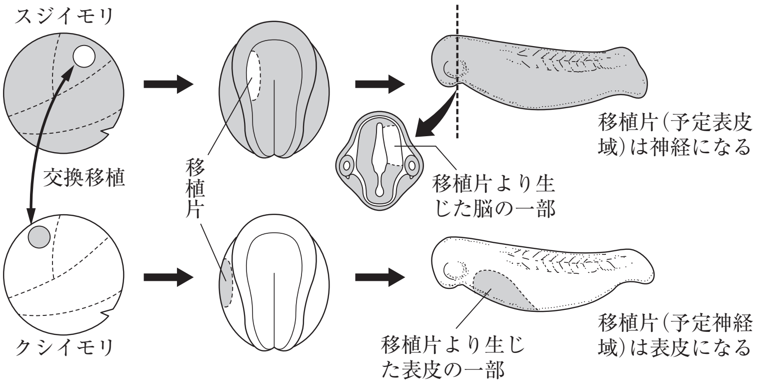
色素：中性赤，ナイル青

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

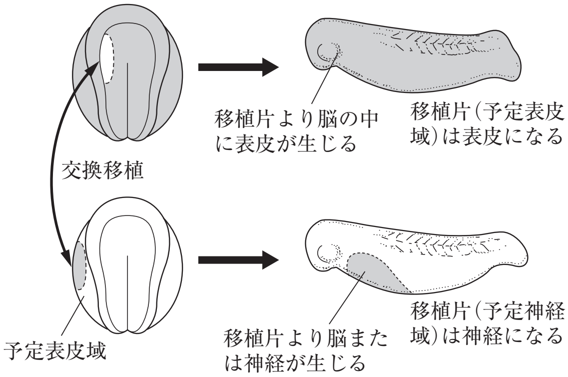
■誘導

◆シュペーマンの実験

・初期原腸胚での交換移植

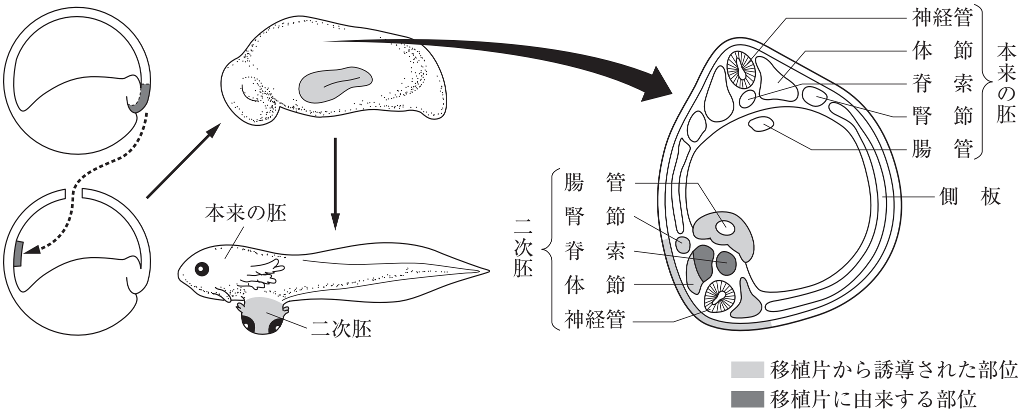


・初期神経胚での交換移植



・形成体の移植による二次胚の誘導　<u>誘導</u>　→　他の組織に作用して，新しい組織を形成する作用

<u>形成体</u>　→　誘導作用を持つ部位



ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第23講　演習問題

図１はイモリの初期原腸胚における原基分布図を，図２は神経胚の断面図を，図３は初期神経胚の模式図を示したものである。⑴〜⑹の問に答えよ。

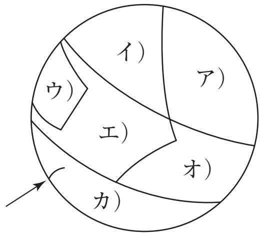


図１

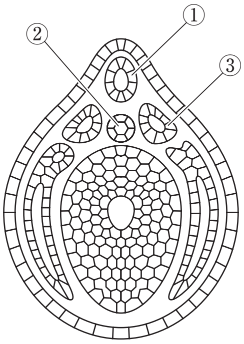


図２

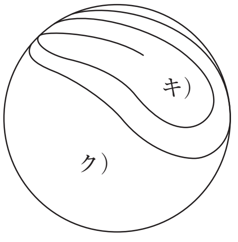


図３

⑴　図１の矢印で示した部位（陥入が始まる部位）の名称を記せ。

⑵　図１のア）〜カ）のうち，陥入して神経を誘導するはたらきをもつ部位はどこか。最も適切な部位を1つ選び，その記号を記せ。

⑶　図１のア）〜カ）のうち，陥入以外の方法で胚の内部に入る部位はどこか。最も適切な部位を１つ選び，その記号を記せ。

⑷　図２の①〜③は，図１のア）〜カ）のどの部位に由来するか。最も適切な部位をそれぞれ１つずつ選び，その記号を記せ。

⑸　図２の①〜③は，将来どのような組織や器官に分化するか。最も適切なものを次のａ）〜ｊ）からそれぞれ１つずつ選び，その記号を記せ。

ａ）表　皮	ｂ）眼の水晶体	ｃ）心　臓	ｄ）肝　臓
ｅ）腎　臓	ｆ）脳	ｇ）骨格筋	ｈ）すい臓
ｉ）血　球	ｊ）後に退化		

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

⑹　シュペーマンらは２種類のイモリ（クシイモリとスジイモリ）の胚を用いて次の文のような交換移植実験を行った。1)～3) の問に答えよ。

図１の初期原腸胚のア）とイ）の一部を切り取り，互いに交換して移植した。その結果，どちらの移植片も移植された場所の運命にしたがって分化した。

また，図３の初期神経胚のキ）とク）の一部を切り取り，互いに交換して移植した。その結果，どちらの移植片もそれを切り出した場所の運命にしたがって分化した。

1)　この実験で，クシイモリとスジイモリの2種類のイモリを用いた理由を40字以内で説明せよ。

2)　初期原腸胚におけるクシイモリのア）の場所から切り出し，スジイモリのイ）の場所に移植した移植片をＡとし，初期神経胚におけるクシイモリのク）の場所から切り出し，スジイモリのキ）の場所に移植した移植片をＢとする。実験の結果，移植片Ａと移植片Ｂはそれぞれ何に分化したか。最も適切なものを次のａ）～ｄ）から1つ選び，その記号を記せ。

ａ）　移植片Ａは神経，移植片Ｂは表皮に分化した。
ｂ）　移植片Ａは表皮，移植片Ｂは神経に分化した。
ｃ）　移植片Ａ，移植片Ｂともに神経に分化した。
ｄ）　移植片Ａ，移植片Ｂともに表皮に分化した。

3)　この実験の結果から発生運命について何がいえるか。40字以内で述べよ。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第23講　確認テスト

発生に関する次の文章を読み，下の問１～問７に答えよ。

イモリの初期発生で胚のさまざまな部分の細胞を無害な色素で染色し，その細胞が将来どのような組織や器官になるのかを示す原基分布図（図１）を作成した。なお，図２，図３は図１よりも発生が進んだ胚の断面図である。

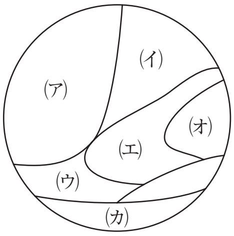


図１

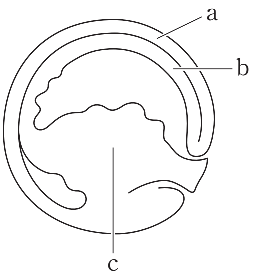


図２

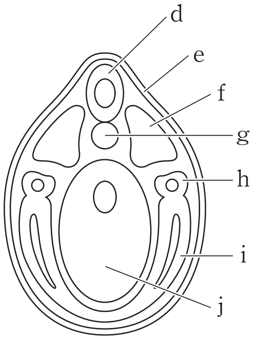


図３

問１　文章中の下線部について，この方法を用いて最初に予定運命を調べたのは誰か。最も適切な人物を，次のA～Fのうちから１つ選べ。

A　シュペーマン　　B　マンゴルド　　C　ガードン
D　フォークト　　E　ハミルトン　　F　ハンバーガー

問２　図1の発生段階として最も適切なものを，次のA～Eのうちから１つ選べ。

A　桑実胚期（そうじつはい）　　B　胞胚期　　C　原腸胚期（げんちょうはい）　　D　神経胚期
E　尾芽胚期（びがはい）

問３　図１で外胚葉になる部分はどれか。最も適切なものを，次のA～Hのうちから１つ選べ。

A　(ア)と(イ)　　B　(イ)と(ウ)
C　(イ)と(エ)　　D　(イ)と(オ)
E　(ア)と(ウ)　　F　(ア)と(イ)と(オ)
G　(ウ)と(エ)と(オ)　　H　(ア)と(ウ)と(カ)

問４　図1で中胚葉になる部分はどれか。最も適切なものを，次のA～Hのうちから１つ選べ。

A　(ア)と(イ)　　B　(イ)と(ウ)
C　(イ)と(エ)　　D　(イ)と(オ)
E　(ア)と(ウ)　　F　(ア)と(イ)と(オ))
G　(ウ)と(エ)と(オ)　　H　(ア)と(ウ)と(カ)

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問５　図２で示したａ，ｂ，ｃの各部位は図１の(ア)～(カ)のどの部位から分化したものか。最も適切な組合せを，次のＡ～Ｉのうちから１つ選べ。

	a	b	c
A	(ア)	(イ)	(オ)
B	(ア)	(イ)	(エ)
C	(ア)	(エ)	(イ)
D	(イ)	(エ)	(カ)
E	(イ)	(オ)	(カ)
F	(イ)	(オ)	(エ)
G	(エ)	(イ)	(オ)
H	(エ)	(オ)	(カ)
I	(エ)	(イ)	(カ)

問６　図３で示したｄ，ｅ，ｆ，ｇの各部位は図１の(ア)～(カ)のどの部位から分化してきたものか。最も適切な組合せを，次のＡ～Ｉのうちから１つ選べ。

	d	e	f	g
A	(ア)	(イ)	(エ)	(オ)
B	(ア)	(イ)	(オ)	(エ)
C	(ア)	(オ)	(イ)	(エ)
D	(イ)	(ア)	(エ)	(オ)
E	(イ)	(ア)	(エ)	(ウ)
F	(イ)	(オ)	(エ)	(カ)
G	(ウ)	(ア)	(エ)	(オ)
H	(ウ)	(イ)	(ア)	(エ)
I	(ウ)	(オ)	(エ)	(カ)

問７　図３のｈ，ｉ，ｊは将来何に分化する部位か。最も適切な組合せを，次のＡ～Ｆのうちから１つ選べ。

	h	i	j
A	心臓	肝臓	腎臓
B	心臓	腎臓	肝臓
C	肝臓	心臓	腎臓
D	肝臓	腎臓	心臓
E	腎臓	心臓	肝臓
F	腎臓	肝臓	心臓

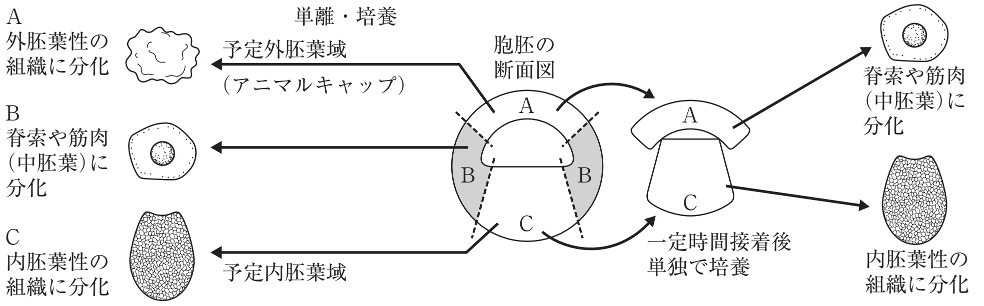
ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

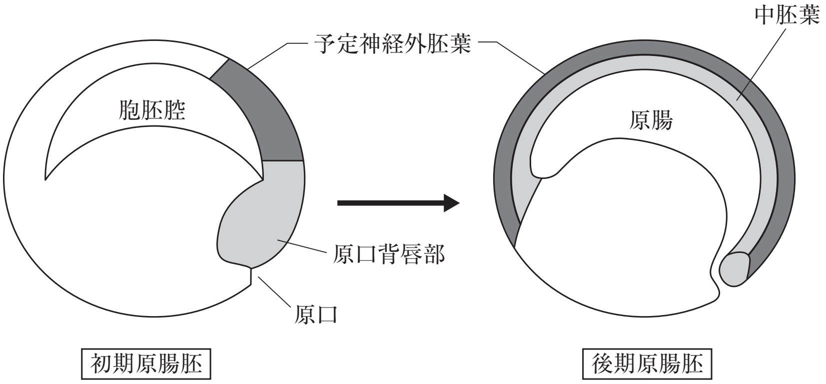
第24講　発生の仕組み②

■誘導

◆中胚葉誘導

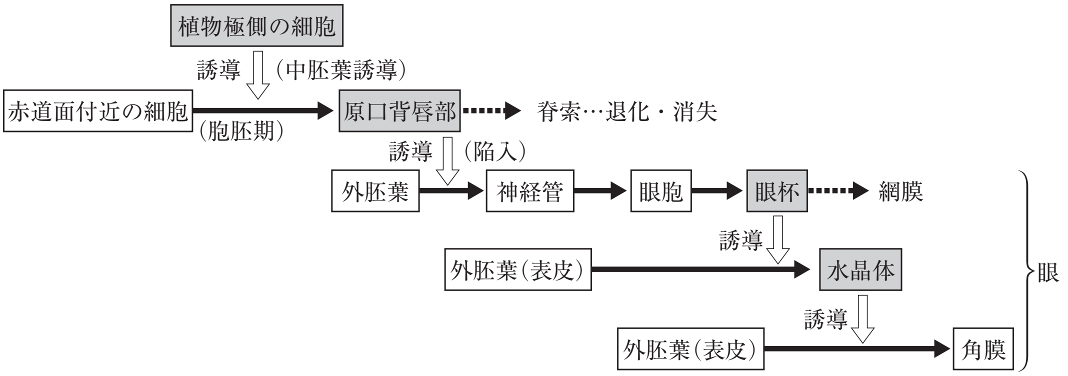


◆神経誘導

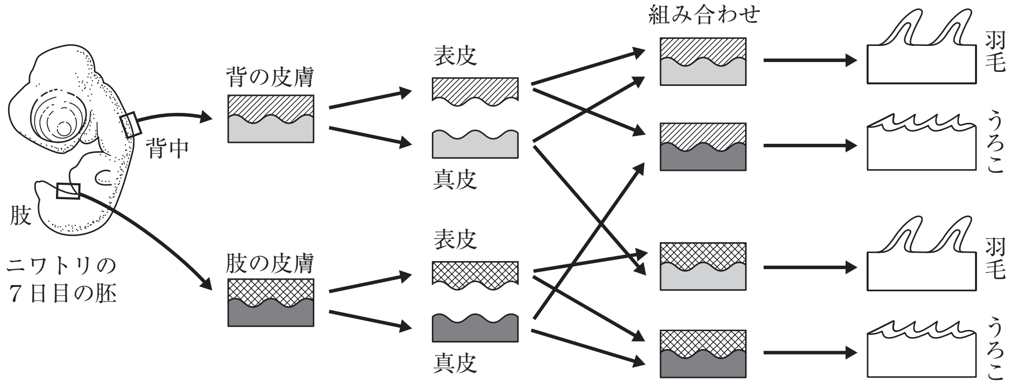


ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆眼の形成



◆ニワトリの上皮の分化



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第24講　演習問題

発生について，下の各問い（問１～4）に答えなさい。

発生の研究材料としては，古くからウニやカエルが用いられてきた。イモリも誘導の研究材料として重要で，イモリの眼の形成過程においては，神経管に由来する［　1　］が接する外胚葉（表皮）を［　2　］に，さらに［　2　］が接する表皮を［　3　］にそれぞれ分化させる形成体としてはたらくことがよく知られている。このような誘導は，ニワトリの発生過程における胃の形成でもみられる。

ニワトリの胃は，前胃と砂のうという二つの部分からなる。前胃の上皮は腺構造を形成して，消化酵素であるペプシンの前駆体タンパク質（ペプシノゲン）を産生する。一方，砂のうの上皮は，決してペプシノゲンを産生しない。前胃の上皮においてペプシノゲンが産生されるしくみを，以下のような実験を行って調べた。

実験

産卵されたニワトリ卵を温め，6日目および12日目の胚から消化管を切り出した。そして，図１に示すように，前胃・砂のう・小腸のそれぞれの部分に切り分け，さらにそれぞれを，$_{4}$内胚葉性の上皮と$_{5}$中胚葉性の間充織とに分離した。こうして得た上皮と間充織を，表１のように組合せて培養し，上皮からのペプシノゲン産生の有無を調べた。なお，間充織と組合せないで培養した上皮が単独でペプシノゲンを産生することはなかった。

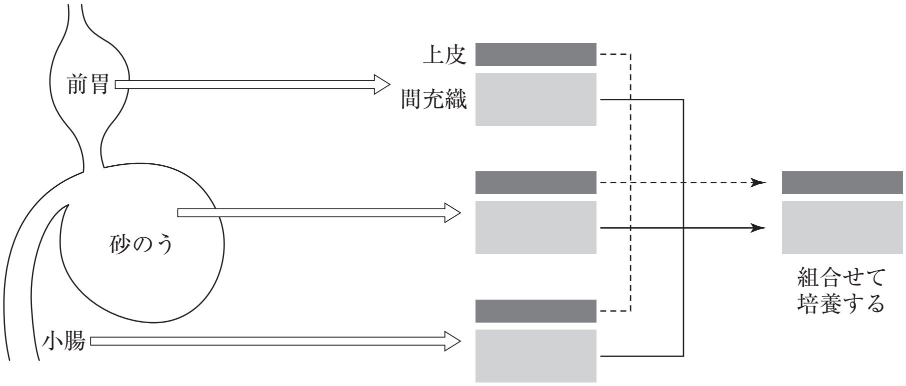


図１　実験の概要

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

表１

		上皮		
		前胃（６日目胚）	砂のう（６日目胚）	小腸（６日目胚）
間充織	前胃（６日目胚）	＋	＋	−
間充織	前胃（12日目胚）	−	−	−
間充織	砂のう（６日目胚）	−	−	−
間充織	小腸（６日目胚）	−	−	−

＋：ペプシノゲン産生が確認された
−：ペプシノゲン産生が確認さなかった

問１　ウニとカエルの発生に関する記述として**適当でないもの**を，次の①〜⑤の中から一つ選べ。

①　カエルとは異なり，ウニの初期胚に灰色三日月は観察されない。

②　カエル胚では，神経板が形成されると神経胚とよばれるようになる。これに対し，ウニ胚には神経胚とよばれる時期はない。

③　カエル胚の胞胚腔が動物極側に偏って形成されるのは，カエル卵が端黄卵だからである。

④　ウニの16細胞期の胚では，動物極から植物極にかけて，中割球８個，大割球４個，小割球４個の順に配列する。

⑤　ウニの胞胚には繊毛があるが，プルテウス幼生になるころには消失している。

問２　文章中の［１］〜［３］に入る語の組合せとして最も適当なものを，次の①〜⑥の中から一つ選べ

	１	２	３
①	眼胞	中胚葉	水晶体
②	眼胞	脊索	角膜
③	眼杯	角膜	水晶体
④	眼杯	水晶体	角膜
⑤	原口背唇	脊索	角膜
⑥	原口背唇	水晶体	脊索

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　下線部４と５について，カエルの器官や組織の中で，中胚葉性のものと内胚葉性のものには何があるか。それぞれの組合せとして最も適当なものを，次の①～⑧の中から一つずつ選べ。

①　心臓，骨格筋　②　肺，平滑筋　③　真皮，肝臓
④　すい臓，大腿(たい)骨　⑤　脊髄，脊椎　⑥　血管，大脳
⑦　腎臓，表皮　⑧　十二指腸，甲状腺

問４　表１から判断できる，ペプシノゲンが産生されるしくみとして適当なものを，次の①～⑦の中から二つ選べ。

①　前胃の間充織がもつ形成体としての能力は，12日目胚では失われている。
②　砂のうの間充織も，組合せる上皮によってはペプシノゲン産生を引き起こす。
③　小腸の間充織も，組合せる上皮によってはペプシノゲン産生を引き起こす。
④　前胃の上皮だけが，ペプシノゲン産生を行う能力をもつ。
⑤　砂のうや小腸の上皮は，前胃の間充織の誘導作用に応答することは一切できない。
⑥　前胃や砂のうの上皮がもつ，前胃の間充織の誘導作用に応答する能力は，12日目胚では失われている。
⑦　本来ペプシノゲンを産生しない上皮でも，間充織との組合せによってはペプシノゲンを産生するようになる場合がある。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第24講　確認テスト

発生と遺伝子発現に関する次の文章を読んで，問１～５に答えなさい。

カエルの発生において，原口背唇部による［ア］へのはたらきかけで，［イ］期において神経板および神経管が誘導される。神経管はその後，［ウ］期において分化が進み，前脳，中脳，後脳そして［エ］に変化していく。やがて，前脳の一部は眼胞を形成する。眼胞は［オ］を形成し，ともに外胚葉由来の表皮細胞にはたらきかけ水晶体を誘導し，［オ］は網膜になる。水晶体は，表皮にはたらきかけて［カ］を形成する。このように，発生の過程で分化した細胞や組織によって，新たな組織が連続的に形成されていくことを［キ］という。

問１　原口背唇部に関する次の文のうち，**最も不適切な文**を，次の①～⑤のうちから１つ選べ。

①　原口背唇部は，精子が卵に侵入した領域にできる。

②　原口背唇部は，将来脊索になる。

③　原口背唇部は，予定内胚葉が赤道面付近の背側の細胞に働きかけて誘導される。

④　原口背唇部を，初期原腸胚の腹側の予定表皮域に移植すると二次胚が生じる。

⑤　原口背唇部は，神経誘導を行なう。

問２　文章中で形成体（オーガナイザー）として**はたらかない**組織として最も適切なものを，次の①～⑤のうちから1つ選べ。

①　原口背唇部　　②　背側の中胚葉　　③　水晶体

④　眼　杯　　⑤　網　膜

問３　文章中の［ア］～［ウ］に入る最も適切な語句の組み合わせを，次の①～⑨のうちから１つ選べ。

	ア	イ	ウ
①	内胚葉	胞　胚	原腸胚
②	内胚葉	原腸胚	神経胚
③	内胚葉	神経胚	尾芽胚
④	中胚葉	胞　胚	原腸胚
⑤	中胚葉	原腸胚	神経胚
⑥	中胚葉	神経胚	尾芽胚
⑦	外胚葉	胞　胚	原腸胚
⑧	外胚葉	原腸胚	神経胚
⑨	外胚葉	神経胚	尾芽胚

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問４　文章中の［エ］～［カ］に入る最も適切な語句の組み合わせを，次の①～⑨のうちから１つ選べ。

	エ	オ	カ
①	脊　索	眼　杯	角　膜
②	脊　索	眼　膜	角　膜
③	脊　索	眼　杯	硬　膜
④	脊　髄	眼　膜	角　膜
⑤	脊　髄	眼　杯	角　膜
⑥	脊　髄	眼　膜	硬　膜
⑦	脊椎骨	眼　杯	角　膜
⑧	脊椎骨	眼　膜	角　膜
⑨	脊椎骨	眼　杯	硬　膜

問５　文章中の［キ］に入る最も適切な語句を，次の①～⑥のうちから１つ選べ。

①　誘導の連鎖　　②　形成の連鎖　　③　誘導の連続性

④　形成の連続性　　⑤　誘導の継続性　　⑥　形成の継続性

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

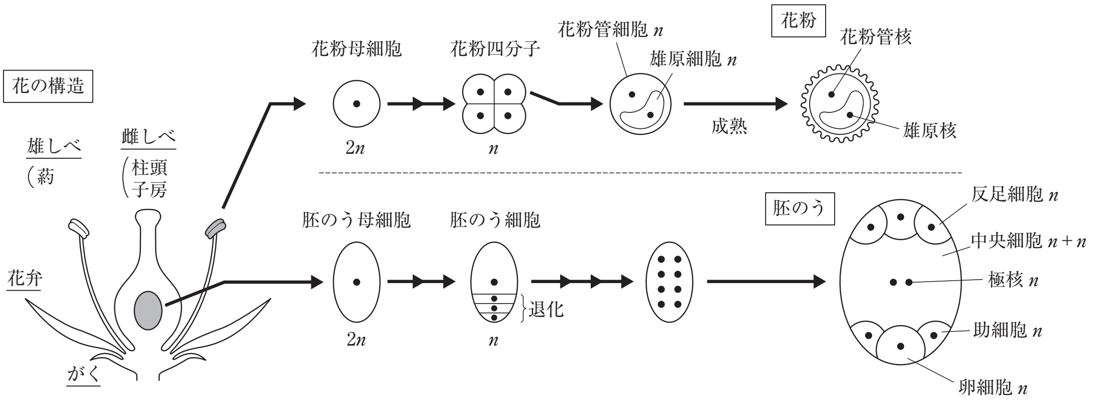
＜Note＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

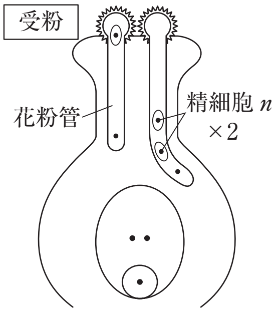
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第25講　植物の配偶子形成と発生

■植物の配偶子形成



■重複受精

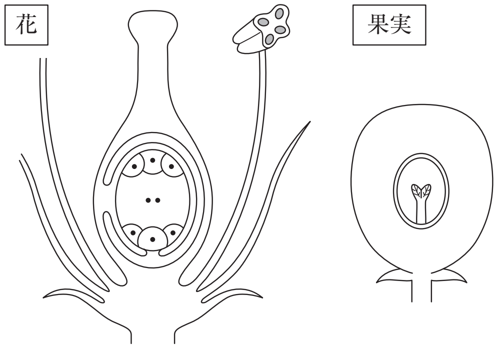


・成熟した花粉が柱頭に付着(受粉)すると，花粉管が伸長
・雄原細胞が体細胞分裂し，２つの精細胞へ
・２つの精細胞は各々，卵細胞，中央細胞と受精(重複受精)

卵細胞 (n) ＋ 精細胞 (n) ⟶ 受精卵 $(2n)$ ⟶ 胚
中央細胞 $(n+n)$ ＋ 精細胞 (n) ⟶ 胚乳細胞 $(3n)$ ⟶ 胚乳

◆受精後の変化

子房		果実
子房壁		果皮
胚珠		種子
珠皮	⇨	種皮
胚のう		×
卵細胞		胚
中央細胞		胚乳



・有胚乳種子　…　胚乳に養分を蓄積　　ex 単子葉類，カキ，ゴマ
・無胚乳種子　…　胚乳を分解，吸収，子葉に養分を蓄積　　ex マメ科，アブラナ

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第25講　演習問題

植物の配偶子形成に関する次の文章を読み，下記の問いに答えよ。

被子植物の花は，基本的に花弁・がく片・めしべ・おしべの4つの部分から構成される。おしべでは葯（やく）の中でA)花粉母細胞から，いくつかの段階を経て精細胞が形成される。花粉母細胞の減数分裂は［ア］に，その後の1回目の分裂は［イ］，2回目の分裂は［ウ］に起こる。また，めしべの下部には子房と呼ばれるやや膨らんだ部分があり，この中に胚珠がある。胚珠内では胚のう母細胞から卵細胞が形成される。胚珠の中でB)胚のう母細胞は減数分裂によりC)胚のう細胞を形成し，その後核分裂を行って成熟した［エ］個の細胞からなる胚のうとなる。花粉母細胞からつくられた精細胞が胚のう母細胞からつくられた卵細胞と合体し，胚が形成される。

問1　空欄［ア］に当てはまる語句として，最も適切なものを次の①～⑤のうちから一つ選べ。

①　開花前　　②　開花時　　③　開花後　　④　受粉後　　⑤　胚のう進入後

問2　空欄［イ］に当てはまる語句として，最も適切なものを次の①～⑤のうちから一つ選べ。

①　開花直前から開花時　　②　受粉直前　　③　受粉後
④　胚のう進入後　　⑤　胚乳形成後

問3　空欄［ウ］に当てはまる語句として，最も適切なものを次の①～⑤のうちから一つ選べ。

①　開花直前から開花時　　②　受粉直前　　③　受粉後
④　胚のう進入後　　⑤　胚乳形成後

問4　空欄［エ］に当てはまる数値として，最も適切なものを次の①～⑤のうちから一つ選べ。

①　1　　②　3　　③　5　　④　7　　⑤　8

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問５　下線部A)～C)は図１の(a)～(m)のどれと対応するか。組み合わせとして最も適切なものを，次の①～⑧のうちから一つ選べ。

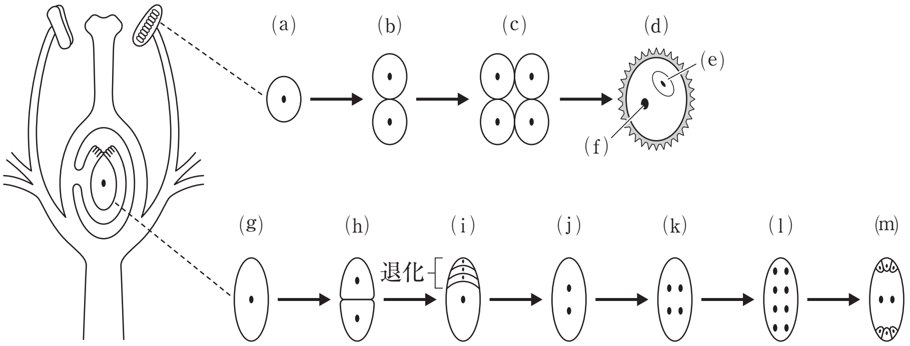


図１　被子植物の配偶子形成

	A)	B)	C)
①	a	h	i
②	b	g	j
③	c	j	k
④	d	i	l
⑤	e	k	m
⑥	a	g	i
⑦	c	i	g
⑧	f	m	h

問６　下線部A)～C)の核相の組み合わせとして，最も適切なものを次の①～⑥のうちから一つ選べ。

	A)	B)	C)
①	n	$2n$	$2n$
②	n	$2n$	n
③	n	n	$2n$
④	$2n$	n	n
⑤	$2n$	$2n$	n
⑥	$2n$	n	$2n$

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問７　１つの花粉母細胞から何個の精細胞が形成されるか。最も適切な個数を，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　２個　　②　４個　　③　６個　　④　８個

問８　胚のうに含まれるDNAの総量は分裂直前の胚のう母細胞の何倍になるか。最も適切なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　１倍　　②　２倍　　③　３倍　　④　４倍

問９　図１の(g)～(i)の過程は不均等な分裂を行っている。その意義を記せ。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第25講　確認テスト

被子植物の発生に関する次の文章を読み，下の問1～問6に答えよ。

被子植物ではおしべの先端のやくの中にある花粉母細胞が(あ)分裂を行なって花粉四分子ができる。これらの花粉はその過程で(い)分裂を1回行い成熟した花粉になる。この時，細胞質の少ない(　ア　)が細胞質の多い(　イ　)の細胞質内に取り込まれた状態になっている。花粉はめしべの柱頭につくと発芽して花粉管を伸ばす。(　ア　)は花粉管の中で1回(う)分裂し2個の(　ウ　)になる。

一方，めしべの子房の中の胚珠では，胚のう母細胞が(え)分裂を行って4個の娘細胞が生じる。このうち3個は退化し，大きな1個が胚のう細胞として残り，その後3回(お)分裂を行い，8個の核をもつ胚のうとなる。胚のうはその後，1個の(　エ　)とその両脇の2個の(　オ　)と3個の(　カ　)と，2個の核をもつ(　キ　)となる。

発芽した花粉管の先端が胚のうに達すると(　ウ　)の1個は(　エ　)と受精し，もう1個は(　キ　)と融合し(　ク　)をつくる。このような受精の様式を重複受精という。

問１　文章中の(　ア　)～(　ウ　)にあてはまる語句の組合せとして最も適切なものを，次のＡ～Ｆのうちから1つ選べ。

	(　ア　)	(　イ　)	(　ウ　)
A	精細胞	花粉管細胞	雄原細胞
B	精細胞	雄原細胞	花粉管細胞
C	花粉管細胞	精細胞	雄原細胞
D	花粉管細胞	雄原細胞	精細胞
E	雄原細胞	花粉管細胞	精細胞
F	雄原細胞	精細胞	花粉管細胞

問２　文章中の(　エ　)～(　キ　)にあてはまる語句の組合せとして最も適切なものを，次のＡ～Ｆのうちから1つ選べ。

	(　エ　)	(　オ　)	(　カ　)	(　キ　)
A	助細胞	反足細胞	中央細胞	卵細胞
B	助細胞	反足細胞	卵細胞	中央細胞
C	中央細胞	卵細胞	助細胞	反足細胞
D	中央細胞	卵細胞	反足細胞	助細胞
E	卵細胞	助細胞	反足細胞	中央細胞
F	卵細胞	反足細胞	中央細胞	助細胞

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　文章中の（　ク　）にあてはまる語句として最も適切なものを，次のＡ～Ｆのうちから１つ選べ。

Ａ　胚球　　Ｂ　胚乳　　Ｃ　胚　　Ｄ　胚軸　　Ｅ　胚珠　　Ｆ　胚のう

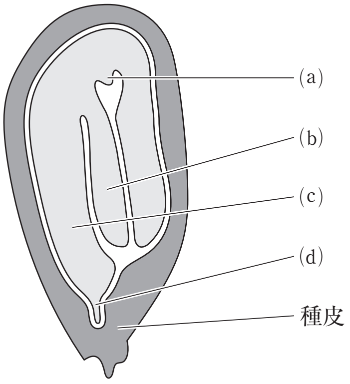
問４　文章中の（　ク　）の染色体数として最も適切な数値を，次のＡ～Ｅのうちから１つ選べ。ただし $2n=12$ とする。

Ａ　6　　Ｂ　12　　Ｃ　18　　Ｄ　24　　Ｅ　30

問５　文章中の下線部㈠～㈤の分裂のうち，減数分裂であるものはどれか。適切なものを次のＡ～Ｅのうちから２つ選べ。

Ａ　(あ)　　Ｂ　(い)　　Ｃ　(う)　　Ｄ　(え)　　Ｅ　(お)

問６　下の図はある被子植物の種子の断面図である。



図

図の(a)～(d)の名称として最も適切なものを，次のＡ～Ｆのうちから１つずつ選べ。

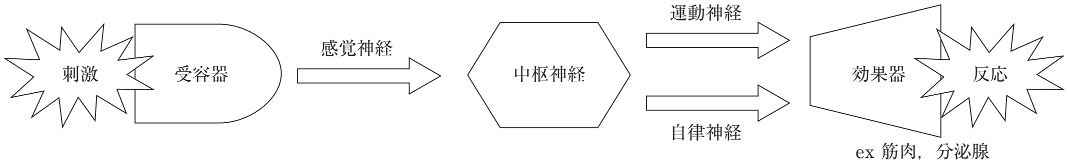
Ａ　胚軸　　Ｂ　幼根　　Ｃ　幼芽　　Ｄ　子葉　　Ｅ　胚柄（はいへい）　　Ｆ　胚乳

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第５章　　生物の環境応答

第26講　受容器　眼

■刺激の受容と反応



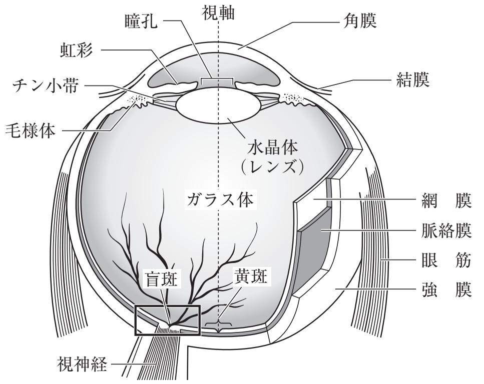
ex　光　…　眼(網膜)
　　音　(空気の振動)　…　耳(うずまき管)
　　味　(液中の化学物質)　…　舌(味覚芽)
　　臭い　(揮発性化学物質)　…　鼻(嗅上皮)
　　温度，物理的接触　…　皮膚(感覚点)

受容器は，特定の刺激のみを受容できる。
“適刺激”

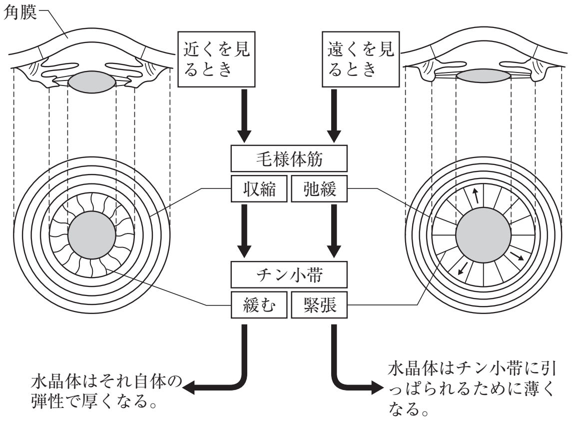
ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■視覚：眼

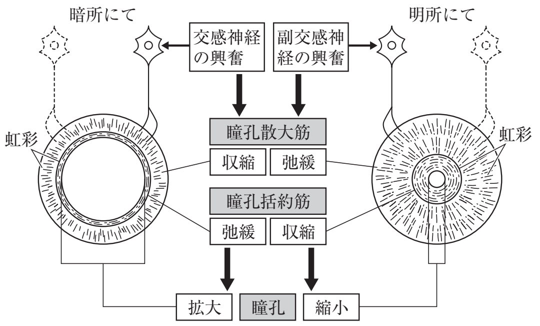
◆眼の構造



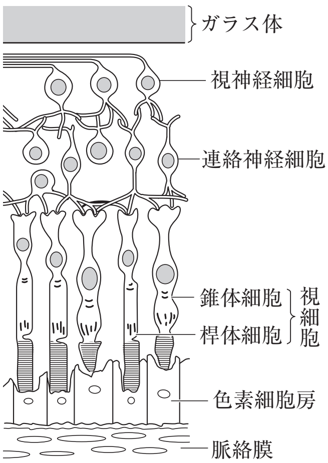
◆遠近調節



◆明暗調節



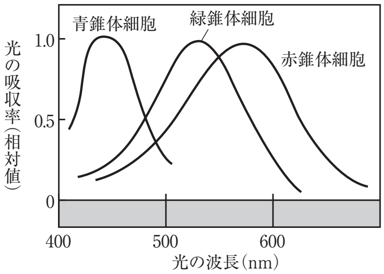
◆網膜の構造

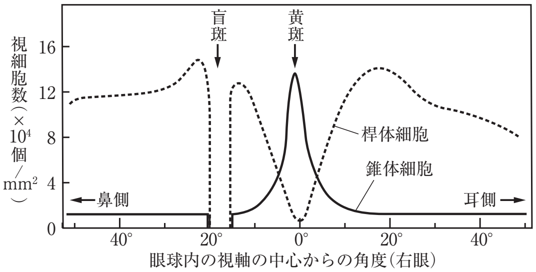


視細胞

錐体細胞　…円錐型で，黄斑に集中，強光下で興奮，赤緑青の波長を吸収する三種が存在し，それらの興奮のバランスによって色を区別

桿(かん)体細胞　…棒状で，網膜の周辺部に分布，感度が高く弱光も受容できるが，一種しかないため明暗の区別しかできない





ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第26講　演習問題

光を受容する感覚器を視覚器といい，ヒトの眼はカメラと類似した構造を持っている。

図1は，ヒトの眼球の水平断面を表したものである。また，図2は網膜の断面を，図3は網膜上の視細胞の分布密度を表したものである。ヒトの眼の構造と機能について下の各問いに答えなさい。

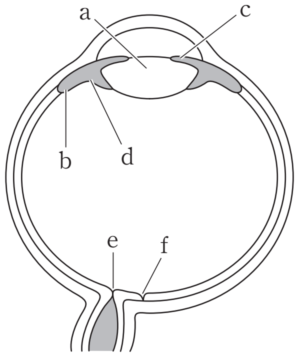


図1　眼の構造

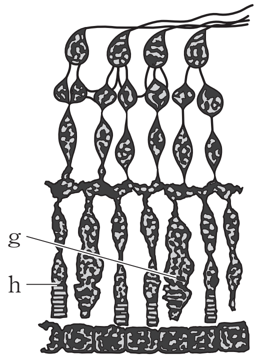


図2　網膜の構造

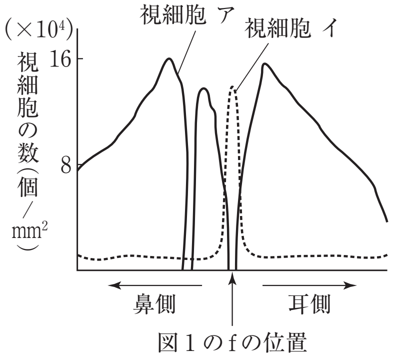


図3　視細胞の分布

問1　図1の眼球は左右どちらのものか。最も適切なものを，次の①～③のうちから1つ選びなさい。

①　右眼　　②　左眼　　③　左右どちらとも言えない

問2　眼に入ってくる光の量は自動的に調節される。この働きに関係するのは図1のb～dのうちどの部分か。その部分の記号と該当する語句の組み合わせとして最も適切なものを，次の①～⑥のうちから1つ選びなさい。

①　b　　チン小帯
②　b　　毛様筋
③　c　　虹彩
④　c　　毛様筋
⑤　d　　チン小帯
⑥　d　　虹彩

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　ヒトの眼の遠近調節に関係する部分を図１のa〜dのうちから３つ選びなさい。また，近くを見るときにその３つの部分はどのように変化するのか。その組み合わせとして最も適切なものを，次の①〜④から1つ選びなさい。

①　a　薄くなる　　b　弛緩する　　c　ゆるむ
②　a　厚くなる　　c　弛緩する　　d　緊張する
③　a　厚くなる　　b　収縮する　　d　ゆるむ
④　b　収縮する　　c　収縮する　　d　緊張する

問４　図１のeは，光の受容ができない部分である。その理由について最も適切なものを，次の①〜④のうちから１つ選びなさい。

①　眼の構造上，この部分には焦点が結べないため。
②　視神経の通る場所で，視細胞が存在しないため。
③　表面を覆う色素細胞に光が吸収されるため。
④　急に眼に強い光が入ったとき，網膜を保護するため。

問５　図２の視細胞ｇとｈは，それぞれ図３のアとイのどちらに該当するか。受容する光の特徴との組み合わせとして最も適切なものを，次の①〜⑥のうちからそれぞれ１つずつ選びなさい。

①　ア　　赤，青，緑の光を受容する3種類の視細胞がある。
②　ア　　弱い光でも受容でき，明暗を識別する。
③　ア　　強い光を受容するが，色の識別はできない。
④　イ　　赤，青，緑の光を受容する3種類の視細胞がある。
⑤　イ　　弱い光でも受容でき，明暗を識別する。
⑥　イ　　強い光を受容するが，色の識別はできない。

問６　明るい場所から急に暗い場所に入ると，最初は何も見えないがしだいに見えるようになる。この現象を何というか。また，この現象は，視細胞の光に対する閾値がどのように変化することによるのか。その組み合わせとして最も適切なものを，次の①〜④のうちから1つ選びなさい。

①　明順応　　閾値が低くなる
②　明順応　　閾値が高くなる
③　暗順応　　閾値が低くなる
④　暗順応　　閾値が高くなる

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第26講　確認テスト

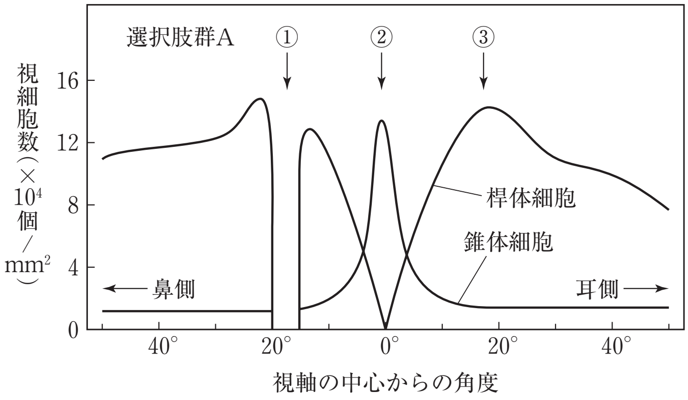
動物の受容器に関する以下の問に答えよ。

A．眼は光を受容する視覚器官である。光は，［ 1 ］と水晶体で屈折し，［ 2 ］の上に像を結ぶ。［ 2 ］には，視細胞が一層に並んでいて，視細胞の細胞膜には光を吸収する色素がある。この色素が光を吸収すると，これがきっかけとなって，視細胞の中で信号を伝えるための化学反応が次々に起こり，大きな受容器電位の変化となる。視細胞からの信号は，［ 3 ］を介して［ 4 ］へと伝わり，視神経繊維を興奮させる。視神経繊維が束になって眼球から脳へ出ていく部分では，視神経が［ 2 ］を貫いているため視細胞が存在していない。そのため，(a)この部分に光があたっても受容されず，ここに結ばれる像は見えない。

問１　Aの文中の空欄に下記の選択肢の中から最も適切なものを選択せよ。

①　神経連絡細胞　　②　結膜　　③　視神経細胞
④　網膜　　⑤　ガラス体　　⑥　角膜
⑦　色素細胞　　⑧　虹彩

問２　下線部(a)に示すこの部分とは，視細胞の分布を示した以下の図のどこに位置するか，図の中の選択肢群Aの中から最も適切なものを選択せよ。またその名称として最も適切なものを選択肢群Bの中から選択せよ。



選択肢群B

①　黄斑　　②　中心窩　　③　盲斑

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　目の遠近調節に関する説明のうち，最も正しいものを選択せよ。

①　近くを見ているとき，毛様筋はゆるみ，チン小帯は緊張し，水晶体の厚さは薄くなり，焦点距離が長くなる。

②　遠くを見ているとき，毛様筋はゆるみ，チン小帯はゆるみ，水晶体の厚さは増し，焦点距離が長くなる。

③　近くを見ているとき，毛様筋は収縮し，チン小帯はゆるみ，水晶体の厚さは増し，焦点距離が短くなる。

④　遠くを見ているとき，毛様筋は収縮し，チン小帯は緊張し，水晶体の厚さは薄くなり，焦点距離が短くなる。

B．ヒトの眼は，周囲の明るさによって瞳孔の大きさを変えて，眼に入る光量を調節している。周囲が明るいときには，[8]が収縮し，瞳孔が縮小する。また，視細胞中の色素の量は明るさで変化することが知られている。光が強いと，視細胞の色素が光を吸収し分解する反応が連続して起こり，色素の再生産が間に合わなくなり全体の量が減少する。その結果として，視細胞の光に対する反応の感度が下がる。これを[9]と呼ぶ。一方，暗い場所では色素は分解されずにしだいに蓄積されるので，視細胞の光を感じる感度が大きく上昇する。このしくみによって，暗い場所でもしだいに物が見えるようになる。これを[10]とよぶ。暗所では，まず[11]の感度が上昇し，続いて，[12]の感度が上昇する。暗い場所に10分ほどいると，急速に視覚の感度が高くなるのは，[12]がはたらき始めたことを意味している。

問４　Bの文中の空欄に下の選択肢の中から最も適切なものを選択せよ。

①　瞳孔散大筋	②　適応	③　暗順応	④　感覚細胞
⑤　毛様筋	⑥　明順応	⑦　瞳孔括約筋	⑧　桿体細胞
⑨　不応期	⓪　錐体細胞		

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

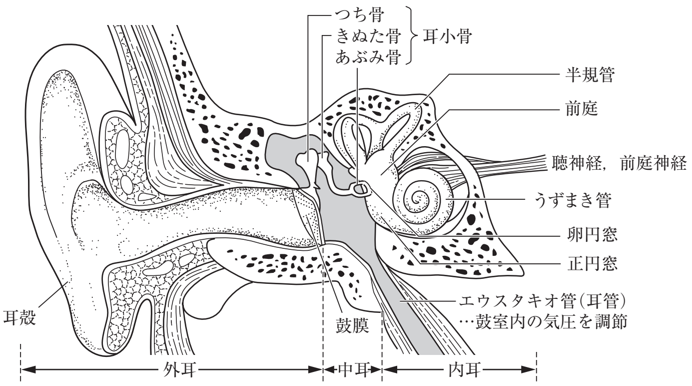
ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第27講　受容器　耳

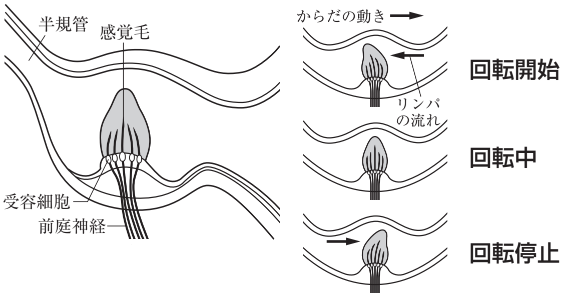
■聴覚，平衡覚：耳

◆耳の構造



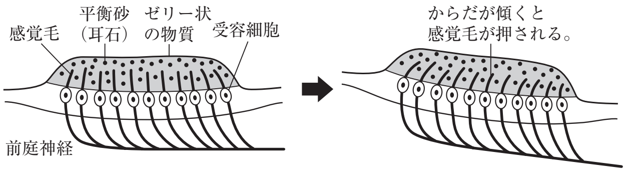
◆平衡覚

・半規管…回転の感覚



からだが回転するとリンパ液の流れによって感覚毛がゆれ，受容細胞に興奮が生じる。

・前庭…傾きの感覚

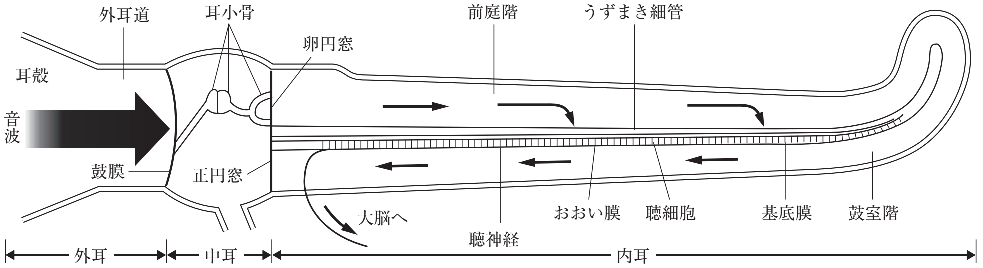


からだが傾くと平衡砂が感覚毛を動かし，受容細胞に興奮が生じる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

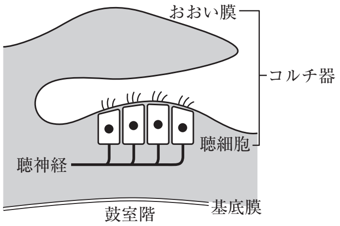
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆聴覚



うずまき管を伸ばした模式図

・コルチ器

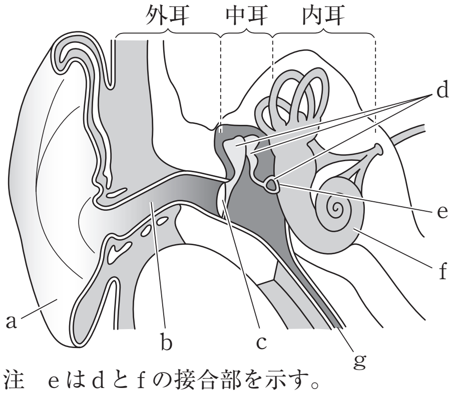


ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第27講　演習問題

ヒトの聴覚器は，外耳・中耳・内耳の3つの部分に分けられる。まず，音波は耳殻で集められ，外耳道を通って鼓膜に達する。鼓膜は音波に応じて振動し，これに接する中耳の耳小骨（つち骨・きぬた骨・あぶみ骨）は，鼓膜の振動を強めて内耳に伝える。中耳は，［ア］によって咽頭に通じており，中耳内の空気の圧力を外気の圧力の変化に応じて調節する。内耳は［イ］・a)前庭・半規管の3つの部分に分かれている。これらは全てリンパ液に満たされ，b)非常に似た構造を呈している。耳小骨の振動は，内耳の卵円窓を経て，［イ］の前庭階から，［ウ］に伝わる。このとき，リンパ液の振動が，うずまき細管の［エ］を振動させ，その上にあるコルチ器の［オ］の感覚毛が［カ］に触れて興奮を生じる。c)この電気的な信号による興奮が聴神経によって，大脳の聴覚中枢に伝えられ，聴覚を生じる。

音の聞こえる仕組みで重要なことは気体の振動がリンパ液である液体に伝わることである。気体と液体とでは密度が大きく異なるため，空気の振動をそのままリンパ液に伝えることはできない。しかし，［キ］は広い面積で空気の振動エネルギーを集め，［ク］を介して約20分の1の面積の［ケ］に伝える。これにより空気の振動が効率良くリンパ液を押すことができる。



注　eはdとfの接合部を示す。

図１－１　耳の構造

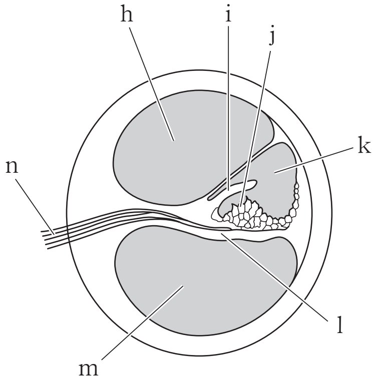


図１－２　図１のｆの断面図

問１　空欄［ア］～［ウ］に当てはまる図1－1・図1－2の耳の構造部位の組み合わせとして，最も適切なものを次の①～④のうちから一つ選べ。

	ア	イ	ウ
①	n	f	m
②	n	b	k
③	g	f	m
④	g	d	k

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問２　空欄［エ］～［カ］に当てはまる図１－１・図１－２の耳の構造部位の組み合わせとして，最も適切なものを次の①～④のうちから一つ選べ。

	エ	オ	カ
①	l	j	h
②	k	i	h
③	l	j	i
④	k	i	m

問３　空欄［キ］～［ケ］に当てはまる図１－１・図１－２の耳の構造部位の組み合わせとして，最も適切なものを次の①～④のうちから一つ選べ。

	キ	ク	ケ
①	c	d	e
②	a	c	d
③	c	d	f
④	a	c	e

問４　内耳では図１－２の l の形状により，周波数の選択性を生むと考えられている。l の特徴として，最も適切なものを次の①～⑤のうちから一つ選べ。

①　l の基部から先端部に向かって高い周波数と低い周波数が交互に振動する。
②　l の基部のみが振動し，高い周波数のみを感知する。
③　l の先端部のみが振動し，低い周波数のみを感知する。
④　l の基部は低い周波数に対してよく振動し，先端部に向かうにつれて高い周波数に対しよく振動するようになる。
⑤　l の基部は高い周波数に対してよく振動し，先端部に向かうにつれて低い周波数に対しよく振動するようになる。

問５　下線部 a) の前庭・半規管の働きの組み合わせとして，最も適切なものを次の①～④のうちから一つ選べ。

	前庭	半規管
①	体の傾きの感知	音の強弱の感知
②	音の強弱の感知	体の傾きの感知
③	体の回転の感知	体の傾きの感知
④	体の傾きの感知	体の回転の感知

問６　下線部 b) で似た構造と呼べる理由を記せ。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第27講　確認テスト

耳に関する次の文章を読み，下の問1～問5に答えよ。

ヒトの耳は外耳，中耳，内耳からできており，(　ア　)と(　イ　)の受容器を持っている。(　ア　)に関して，音は(　ウ　)で集められ，外耳道を通り，(　エ　)を振動させる。その振動は中耳の(あ)(　オ　)を介して，内耳の(　カ　)に伝えられる。その後，(　キ　)が振動し，その上のコルチ器にある聴細胞が刺激されて興奮する。この興奮は聴神経から大脳に伝えられる。一方，(　イ　)は内耳にある(い)前庭と3つの(　ク　)により受容される。多くの哺乳類は，ヒトには聞こえない(　ケ　)ヘルツ以上の音を聞くことができる。

問1　文章中の(　ア　)～(　ク　)にあてはまる組合せとして，最も適切なものを次のA～Iのうちから1つ選べ。

	(　ア　)	(　イ　)	(　ウ　)	(　エ　)	(　オ　)	(　カ　)	(　キ　)	(　ク　)
A	聴覚	平衡覚（へいこうかく）	うずまき管	鼓膜（こまく）	基底膜	耳小骨	耳殻（じかく）	半規管
B	聴覚	平衡覚	鼓膜	うずまき管	基底膜	半規管	耳小骨	耳殻
C	聴覚	平衡覚	耳殻	鼓膜	うずまき管	耳小骨	基底膜	半規管
D	聴覚	平衡覚	耳殻	鼓膜	耳小骨	うずまき管	基底膜	半規管
E	聴覚	平衡覚	耳小骨	耳殻	基底膜	半規管	うずまき管	鼓膜
F	平衡覚	聴覚	耳小骨	耳殻	基底膜	半規管	鼓膜	うずまき管
G	平衡覚	聴覚	鼓膜	耳小骨	耳殻	うずまき管	基底膜	半規管
H	平衡覚	聴覚	耳殻	鼓膜	耳小骨	うずまき管	基底膜	半規管
I	平衡覚	聴覚	鼓膜	半規管	耳小骨	耳殻	うずまき管	基底膜

問2　文章中の下線部(あ)に関して，(　オ　)はいくつの部分で構成されているか。最も適切なものを，次のA～Eのうちから1つ選べ。

A　1　　B　2　　C　3　　D　4　　E　5

問3　文章中の(　カ　)から(　キ　)への振動の伝達は何を介しておこなわれるか。最も適切なものを，次のA～Eのうちから1つ選べ。

A　血液　　B　リンパ液　　C　聴神経　　D　空気
E　平衡砂

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問４　文章中の（　ケ　）にあてはまる数値として最も適切なものを，次のＡ～Ｅのうちから１つ選べ。

Ａ　500　　Ｂ　4,000　　Ｃ　8,000　　Ｄ　10,000　　Ｅ　20,000

問５　文章中の下線部(い)に関して，そのはたらきとして最も適切なものを，次のＡ～Ｅのうちから１つ選べ。

Ａ　空気の振動である音波を受容する。
Ｂ　回転などの体の動きを受容する。
Ｃ　からだの傾きを受容する。
Ｄ　聴細胞の興奮を促進させる。
Ｅ　コルチ器内の圧を一定に保つ。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

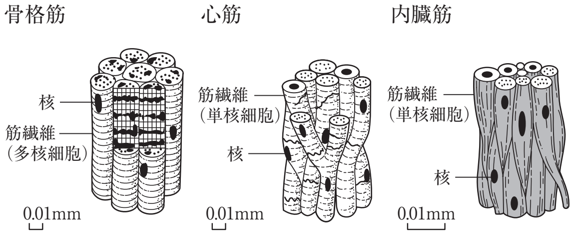
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第28講　効果器

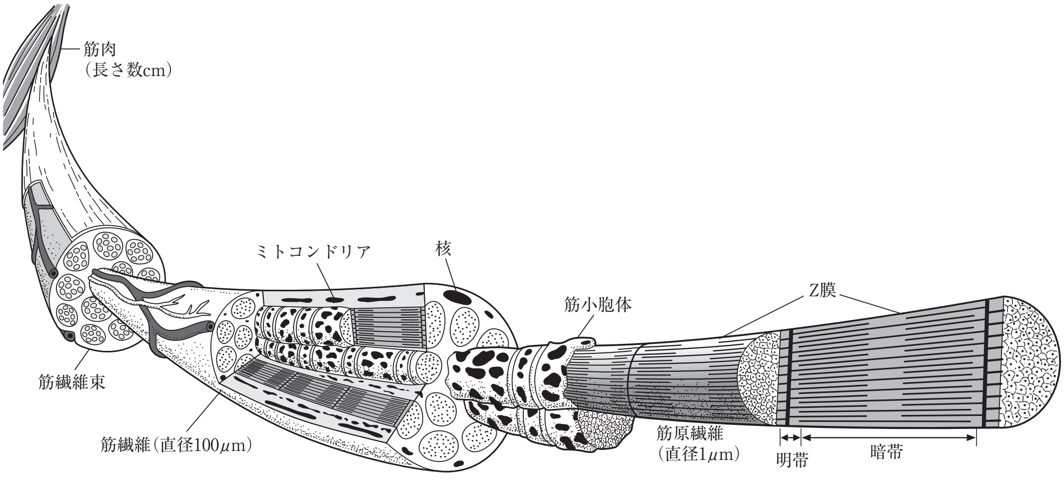
■筋肉

◆筋肉の分類

形態	分布	神経支配	特徴
横紋筋	骨格筋	随意筋	横紋がある多核の筋繊維で構成される。収縮は速いが，疲れやすい。
横紋筋	心　筋	不随意筋	横紋がある単核で枝分かれのある細胞で構成される。収縮は速く，疲れにくい。
平滑筋	内臓筋	不随意筋	横紋のない単核で紡錘形の細胞からなる。収縮はゆるやかだが，疲れにくい。

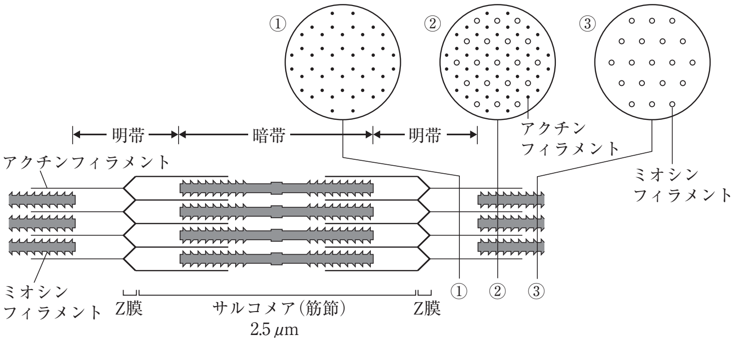


◆筋肉の階層

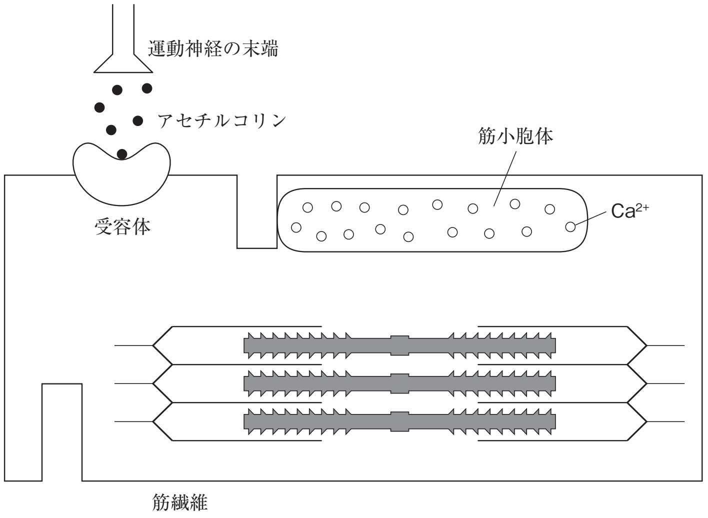


©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆**サルコメア**…筋収縮の最小単位。アクチンフィラメントとミオシンフィラメントからなる。



◆**筋収縮**



①運動神経の末端からアセチルコリンが放出される。
②筋繊維の細胞膜上の受容体にアセチルコリンが結合，Na^{+}が流入して膜が興奮する。
③筋小胞体からCa^{2+}が放出。Ca^{2+}はアクチンフィラメントに結合する。
④アクチンフィラメントとミオシンフィラメントが結合できるようになり，ミオシンフィラメントがATPを分解することで，アクチンフィラメントがミオシンフィラメント間に滑り込んで収縮する。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第28講　演習問題

筋収縮および細胞の運動に関する以下の問に答えなさい。

ヒトの筋について，以下の問に答えなさい。

1．以下の特徴を持つ筋として最も適切なものをそれぞれ1つずつ答えなさい。適切なものがない場合には，「⑥なし」を答えなさい。

(1)　横紋があり，運動神経の興奮により収縮する。
(2)　横紋があり，感覚神経の興奮により収縮する。
(3)　横紋があり，自律神経系の支配を受けている。
(4)　横紋がなく，単核の細胞からなり，交感神経の興奮により収縮する。
(5)　横紋がなく，単核の細胞からなり，副交感神経の興奮により収縮する。

①　気管や気管支を収縮させる筋　　②　心臓を構成する筋
③　チン小帯　　④　ひじを曲げる筋
⑤　立毛筋　　⑥　なし

2．骨格筋の構造についての以下の文が正しい場合には「⑭正しい」を答えなさい。間違っている場合には，文全体が正しくなるように，下線部を置き換える語として最も適切なものをそれぞれ1つずつ答えなさい。

(1)　し緩時の暗帯の長さはサルコメアの長さと一致する。
(2)　ミトコンドリアは，明帯の中央部にある。
(3)　細いフィラメントはZ膜に結合し，その両側に突き出している。
(4)　筋原繊維をとりまくあみ目状の構造はゴルジ体と呼ばれる。
(5)　筋小胞体は，筋の伸長の受容器である。

①　Z膜　　②　筋原繊維　　③　筋小胞体
④　筋繊維　　⑤　筋紡錘　　⑥　サルコメア
⑦　シナプス　　⑧　髄鞘　　⑨　ハーバース管
⑩　太いフィラメント　　⑪　ペースメーカー　　⑫　細いフィラメント
⑬　明帯　　⑭　正しい

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

3．骨格筋の収縮について，以下の問に答えなさい。

⑴　筋細胞に作用して筋収縮を引き起こす神経伝達物質として，最も適切なものを1つ答えなさい。

①　アセチルコリン　②　アドレナリン　③　アミラーゼ
④　アルギニン　⑤　インスリン　⑥　グリセリン
⑦　グルカゴン　⑧　クレアチン　⑨　サイトカイニン
⑩　ミオグロビン

⑵　骨格筋を構成する細胞が興奮する時，この細胞において，細胞外から細胞内に流入するイオンとして最も適切なものを1つ答えなさい。

①　塩化物イオン　②　カリウムイオン　③　カルシウムイオン
④　水素イオン　⑤　ナトリウムイオン　⑥　マグネシウムイオン
⑦　硫酸イオン　⑧　リン酸イオン

⑶　筋収縮に先立ち，筋小胞体から細胞質基質へ放出されるイオンとして最も適切なものを1つ答えなさい。

①　塩化物イオン　②　カリウムイオン　③　カルシウムイオン
④　水素イオン　⑤　ナトリウムイオン　⑥　マグネシウムイオン
⑦　硫酸イオン　⑧　リン酸イオン

4．骨格筋を構成するタンパク質について，以下の問に答えなさい。

⑴　以下の構造を構成する主要なタンパク質として最も適切なものをそれぞれ1つずつ答えなさい。

1）　太いフィラメント　2）　細いフィラメント

①　アクチン　②　アデニン　③　カドヘリン　④　キネシン
⑤　コルヒチン　⑥　ダイニン　⑦　チミン　⑧　チューブリン
⑨　トロンビン　⑩　ミオシン

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

(2)　上記の太いフィラメントについての記述として最も適切なものを1つ答えなさい。

①　ATP合成酵素活性が，頭部にある。

②　ATP合成酵素活性が，頭部とは異なる部位にある。

③　ATP合成酵素活性が頭部に，ATP分解酵素活性が頭部とは異なる部位にある。

④　ATP分解酵素活性が，頭部にある。

⑤　ATP分解酵素活性が，頭部とは異なる部位にある。

⑥　ATP分解酵素活性が頭部に，ATP合成酵素活性が頭部とは異なる部位にある。

⑦　ATP合成酵素活性もATP分解酵素活性もない。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第28講　確認テスト

骨格筋について，次の問に答えよ。

問1．次の文章の［(1)］から［(5)］にあてはまる語句を解答群の中から1つ選べ。

骨格筋を顕微鏡で観察すると，明帯（明るく見える部分）と暗帯（暗く見える部分）の規則的な横紋（しま模様）が見られる。この横紋のひとつを［(1)］と呼ぶ。［(1)］の内部には，タンパク質からなるミオシンフィラメント（太いフィラメント）とアクチンフィラメント（細いフィラメント）が規則正しく並んでおり，a.<u>これら2つのフィラメントの間で滑り運動が起こり</u>，［(1)］が短縮し，その結果として筋肉が収縮する。

骨格筋の収縮は運動神経によって制御されており，運動神経を伝導してきた興奮は，神経終末に到着すると［(2)］の中のb.<u>神経伝達物質</u>を分泌させる。筋肉には，この神経伝達物質と結合する受容体があり，受容体に神経伝達物質が結合すると［(3)］が生じ，活動電位が発生する。筋細胞に活動電位が生じると，［(4)］が細胞内に放出され，放出された［(4)］が［(5)］に結合するとフィラメントが滑り運動を始める。

［(1)］の解答群

(ア)　筋繊維　(イ)　筋小胞体　(ウ)　筋節（サルコメア）
(エ)　筋原線維　(オ)　筋細胞膜

［(2)］の解答群

(ア)　ランビエ絞輪　(イ)　シナプス小胞　(ウ)　シナプス間隙
(エ)　筋小胞体　(オ)　ミトコンドリア　(カ)　核

［(3)］の解答群

(ア)　プラスの膜電位　(イ)　マイナスの膜電位　(ウ)　平衡の膜電位

［(4)］の解答群

(ア)　ナトリウムイオン　(イ)　カリウムイオン　(ウ)　カルシウムイオン

［(5)］の解答群

(ア)　アクチンフィラメント　(イ)　ミオシンフィラメント　(ウ)　フィブリン
(エ)　コラーゲン　(オ)　Ｚ膜

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問2．問1の文章中の下線部 a. を説明する文章として正しいのはどれか。解答群の中から1つ選べ。

(ア)　長さを変えないアクチンフィラメントの間をミオシンフィラメントが短くなりながら滑りこむ
(イ)　長さを変えないミオシンフィラメントの間をアクチンフィラメントが短くなりながら滑りこむ
(ウ)　長さを変えないアクチンフィラメントの間をミオシンフィラメントが長さを変えずに滑りこむ
(エ)　長さを変えないミオシンフィラメントの間をアクチンフィラメントが長さを変えずに滑りこむ
(オ)　長さが短くなるアクチンフィラメントの間をミオシンフィラメントが短くなりながら滑りこむ
(カ)　長さが短くなるミオシンフィラメントの間をアクチンフィラメントが短くなりながら滑りこむ
(キ)　長さが短くなるアクチンフィラメントの間をミオシンフィラメントが長さを変えずに滑りこむ
(ク)　長さが短くなるミオシンフィラメントの間をアクチンフィラメントが長さを変えずに滑りこむ

問3．問1の文章中の下線部 b. は何か。適切なものを解答群の中から1つ選べ。

(ア)　アドレナリン　　(イ)　ノルアドレナリン
(ウ)　セロトニン　　(エ)　ドーパミン
(オ)　アセチルコリン

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

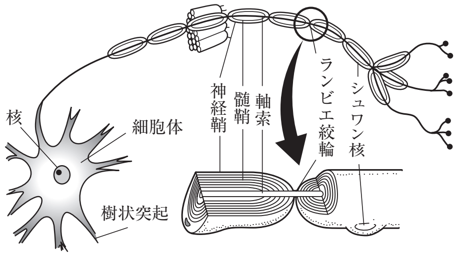
ⒸRECRUIT HOLDINGS

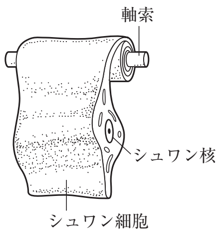
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第29講　神経細胞

■神経細胞

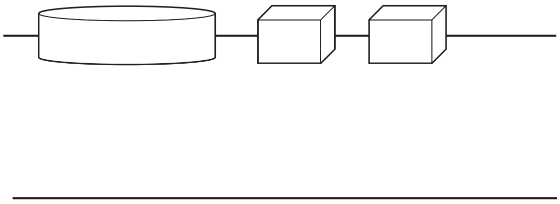
◆ニューロンの構造



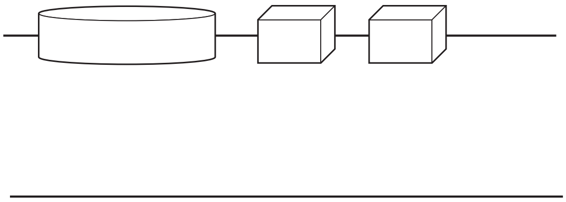


◆興奮の伝導　…　神経繊維上を膜の興奮が伝播

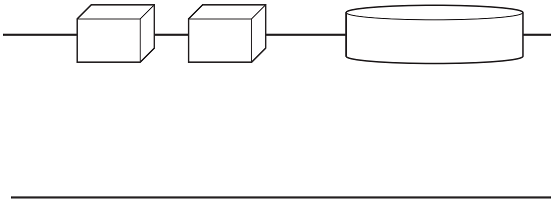
①軸索の細胞膜上には，能動輸送を行うNa⁺ポンプと受動輸送を行うNa⁺チャネル，K⁺チャネルが存在。ポンプによるNa⁺とK⁺の移動，K⁺チャネルによるK⁺の漏えいにより，軸索内の電位が負に。
<u>静止電位</u>　（－70～－90mV）



②刺激によって，Na⁺チャネルが開く。その結果，Na⁺が軸索内に流入し，軸索内の電位が相対的に正に。
<u>活動電位</u>　（＋100～＋110mV）



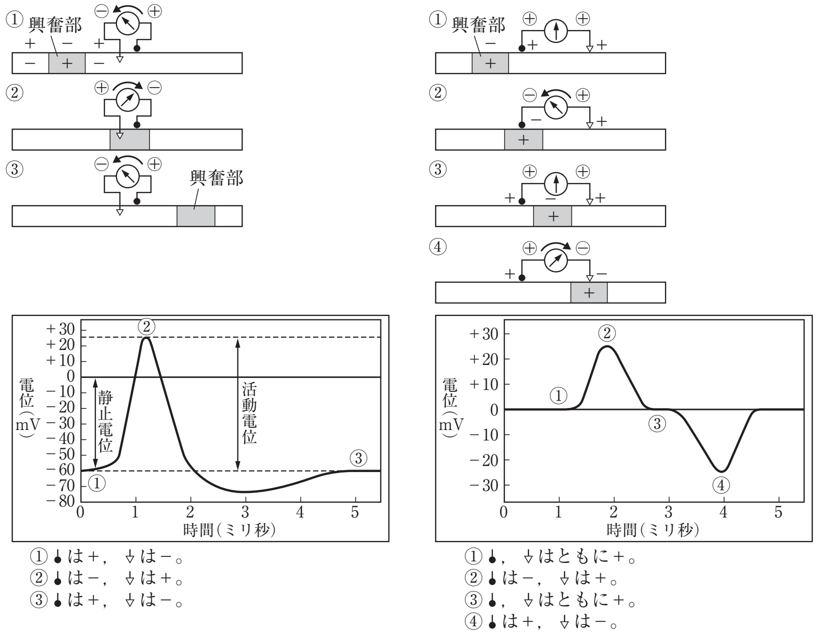
③Na⁺チャネルが閉じ，すぐにK⁺チャネルが開く。その結果，K⁺が軸索外に流出し，再び軸索内が負に。イオンのバランスから，すぐには活動電位を生み出せない。改めてポンプが作動し，①の状態に移行する。<u>不応期</u>



ⒸRECRUIT HOLDINGS

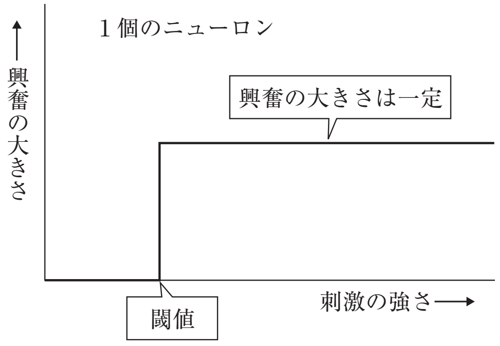
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

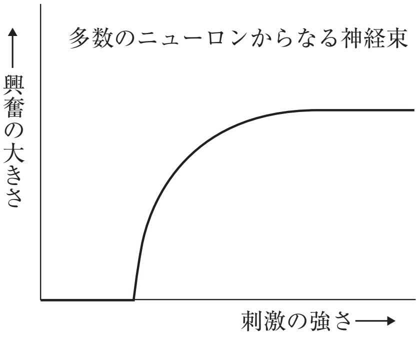
・電位の測定…●を基準に▽の電位を評価



◆全か無かの法則

・刺激の強さと興奮の大きさ





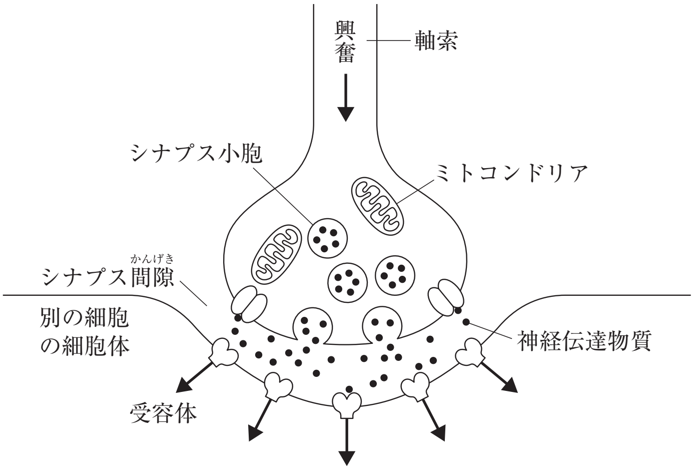
・１個のニューロンは閾値以下の刺激では反応しないが，閾値以上の刺激では一定の大きさの興奮を示す。

→　“全か無かの法則”

・神経束は，閾値の異なるニューロンの集合であるため，全か無かの法則には従わない。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆興奮の伝達



神経伝達物質
アセチルコリン…運動神経 副交感神経
ノルアドレナリン…交感神経

・軸索の末端まで興奮が到達すると，シナプス小胞から神経伝達物質が放出される。
・神経伝達物質はシナプス間隙を拡散し，樹状突起(細胞体)側の受容体に結合する。
・神経伝達物質の受容体への結合によって細胞が興奮し，伝達は完了する。
・放出された神経伝達物質は速やかに分解・回収され，過剰な反応を迎えている。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第29講　演習問題

神経系の基本単位である神経細胞は（　ア　）とよばれ，核のある（　イ　），興奮を受ける（　ウ　），次の細胞に興奮を伝える（　エ　）とその終末部からなる。この終末部は他の神経細胞などと，狭い間隙（かんげき）を隔てて連絡している。この接合部分を（　オ　）という。

神経細胞は刺激を受けていない状態では，(あ)細胞膜の内外で電位差を生じている。この電位差を（　カ　）という。神経細胞が刺激を受けると，その部分の膜電位が一瞬逆転し興奮状態となる。このような膜電位の急激な変化を（　キ　）とよび，（　キ　）の発生することを神経の興奮という。この興奮が（　エ　）を伝わっていくことを興奮の（　ク　）という。また(い)神経の終末部から分泌される物質の働きによって，次の神経細胞に興奮が伝えられる。これを興奮の（　ケ　）という。

問１　文章中の（　ア　）～（　オ　）にあてはまる語句の組合せとして最も適切なものを，次のＡ～Ｈのうちから１つ選べ。

	（　ア　）	（　イ　）	（　ウ　）	（　エ　）	（　オ　）
Ａ	ニューロン	樹状突起	細胞体	シナプス	軸索
Ｂ	ニューロン	細胞体	ランビエ絞輪	シナプス	軸索
Ｃ	ニューロン	軸索	樹状突起	細胞体	シナプス
Ｄ	ニューロン	細胞体	樹状突起	軸索	シナプス
Ｅ	樹状突起	細胞体	ニューロン	軸索	ランビエ絞輪
Ｆ	樹状突起	細胞体	ランビエ絞輪	軸索	ニューロン
Ｇ	樹状突起	ニューロン	細胞体	ランビエ絞輪	軸索
Ｈ	樹状突起	細胞体	軸索	ニューロン	ランビエ絞輪

問２　文章中の（　カ　）～（　ケ　）にあてはまる語句を答えなさい。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　文章中の下線部(あ)の状態にある神経細胞に関する記述として適切なものを，次のA～Hのうちから３つ選べ。

A　細胞膜の内側は正（＋）に帯電している。

B　細胞膜の外側は正（＋）に帯電している。

C　細胞膜の内側にはNa^+が多く，外側にはK^+が多い。

D　細胞膜の外側にはNa^+が多く，内側にはK^+が多い。

E　細胞膜の内側と外側のNa^+濃度とK^+濃度はともに等しい。

F　ナトリウムポンプが働いている。

G　ナトリウムチャネルが開いている。

H　カリウムチャネルはすべて開いている。

問４　文章中の下線部(い)の物質に関する記述として最も適切なものを，次のA～Fのうちから１つ選べ。

A　この物質が接合する神経細胞のイオンチャネルから中に入り活動電位を発生させる。

B　この物質が接合する神経細胞のイオンチャネルと結合して，チャネルが開きNa^+が流出し，活動電位を発生させる。

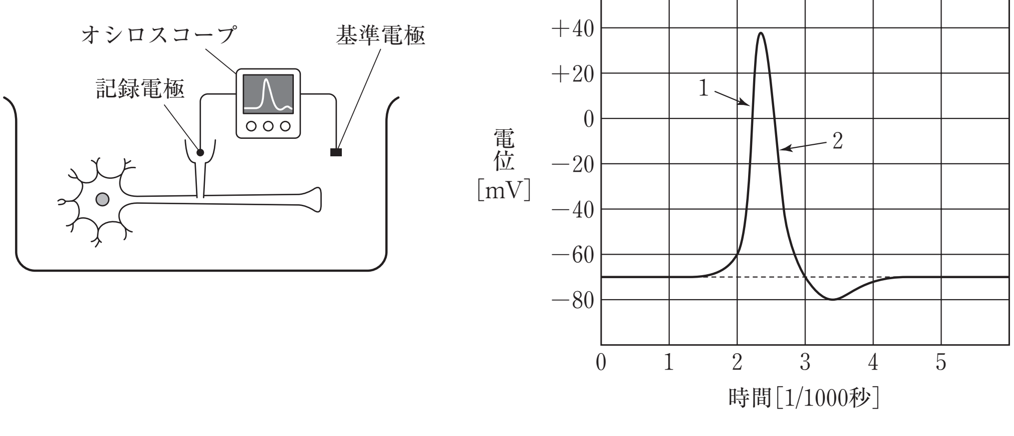
C　この物質が接合する神経細胞のイオンチャネルと結合して，チャネルが開きNa^+が流入し，活動電位を発生させる。

D　この物質はいつも放出され，ニューロンは常に興奮状態である。

E　この物質の量に比例して，発生する活動電位は大きくなる。

F　この物質の量が多くなるほど，より多くのニューロンが興奮する。

問５　下の図はある神経細胞の軸索内に記録電極を刺し込んで，細胞膜外を基準（0mV）とした時の，細胞膜内の電圧の変化を表したものである。（　カ　）の値[mV]，（　キ　）の最大値[mV]の数値として最も適切な組合せを，次のA～Hのうちから１つ選べ。



図

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

	（　カ　）の値	（　キ　）の最大値
A	－80	110
B	－80	120
C	－70	110
D	－70	120
E	0	110
F	0	120
G	40	110
H	40	120

問６　図の矢印１のとき，神経細胞で起こっている変化として最も適切なものを，次のＡ～Ｆのうちから１つ選べ。

A　Na^{+}が細胞の中から流出し，細胞内が正（＋）に変わる。
B　Na^{+}が細胞の中から流出し，細胞内が負（－）に変わる。
C　Na^{+}が細胞の中から流出し，細胞外が正（＋）に変わる。
D　Na^{+}が細胞の中に流入し，細胞内が正（＋）に変わる。
E　Na^{+}が細胞の中に流入し，細胞内が負（－）に変わる。
F　Na^{+}が細胞の中に流入し，細胞外が正（＋）に変わる。

問７　図の矢印２のとき，神経細胞で起こっている変化として最も適切なものを，次のＡ～Ｆのうちから１つ選べ。

A　K^{+}が細胞の中から流出し，細胞内が正（＋）に変わる。
B　K^{+}が細胞の中から流出し，細胞内が負（－）に変わる。
C　K^{+}が細胞の中から流出し，細胞外が負（－）に変わる。
D　K^{+}が細胞の中に流入し，細胞内が正（＋）に変わる。
E　K^{+}が細胞の中に流入し，細胞内が負（－）に変わる。
F　K^{+}が細胞の中に流入し，細胞外が正（＋）に変わる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第29講　確認テスト

細胞の興奮に関する以下の文を読んで各問い（問1～6）に答えよ。

活動していないニューロンで細胞の外側に対する内側の電位を測ってみると，約［A］の電位を示す。これを［ア］電位という。ニューロンに閾値以上の刺激を与えると，瞬間的に内側の電位が約［B］上昇する。これを［イ］電位という。ニューロンに［イ］電位が生じることを興奮とよぶ。単一のニューロンの興奮は全か無かの法則に従う。興奮が軸索に沿って伝わっていくことを興奮の［ウ］とよぶ。興奮が軸索の末端に達すると，［エ］から［オ］が放出され，そのニューロンに隣接した細胞に興奮が伝えられる。これを興奮の［カ］という。

問1　上の文の空欄A，Bに入る最も適当なものを，語群1の①～⑦のうちからそれぞれ一つずつ，ア～カに入る最も適当なものを語群2の①～⑪のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

〔語群1〕

① －20から－30mV　② －50から－90mV　③ ＋20から＋30mV
④ ＋50から＋90mV　⑤ 50mV　⑥ 100mV
⑦ 200mV

〔語群2〕

① 樹状突起　② 細胞体　③ 伝　導
④ 伝　達　⑤ 静　止　⑥ 活　動
⑦ 跳　躍　⑧ 神経伝達物質　⑨ 神経伝導物質
⑩ シナプス間隙　⑪ シナプス小胞

問2　下線部の「全か無かの法則」の説明として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① ニューロンには興奮するニューロンと興奮しないニューロンがあること。
② 刺激を強くするほどニューロンは大きな興奮を示すこと。
③ ニューロンを興奮させる強さ以上の刺激では，刺激の強さが変化しても興奮の大きさは変わらないこと。
④ 興奮が生じたニューロンでは，その後，一時的に興奮が生じなくなること。

問3　実験的に軸索の一部に電気刺激を与えた時の興奮の伝わり方として最も適当なものを，次の①～③のうちから一つ選べ。

① 興奮は，発生した部分から，軸索の末端の方向にのみ伝わる。
② 興奮は，発生した部分から，軸索の末端とは逆の方向にのみ伝わる。
③ 興奮は，発生した部分から，軸索の末端の方向および逆の方向の両方に伝わる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問４　興奮が一つのニューロンの軸索に沿って伝わるとき，興奮がいったん終了した箇所へ逆方向にもどることのない理由として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　興奮がいったん終了した箇所は，しばらく刺激に反応できない状態になるから。

②　シナプス前細胞からシナプス後細胞へと興奮が伝わるから。

③　神経繊維では，断面の小さい部分から大きい部分へと興奮が伝わるから。

④　興奮を他のニューロンに伝えるまでは，同じニューロン内での新たな興奮は生じないから。

問５　無髄神経繊維に比べて有髄神経繊維の方が興奮の伝わる速度が速い理由として最も適当なものを，次の①～③のうちから一つ選べ。

①　有髄神経繊維の方が，無髄神経繊維よりも細いため。

②　有髄神経繊維では，活動電流が隣のランビエ絞輪まで流れるため。

③　有髄神経繊維の方が，無髄神経繊維よりも軸索が短いため。

問６　あるニューロンがシナプスを経て他の細胞に興奮を伝える物質に関する説明として最も適当なものを，次の①～③のうちから一つ選べ。

①　興奮を伝える物質は，シナプス後細胞の細胞膜の内側へ直接放出される。

②　興奮を伝える物質は，樹状突起からも放出される。

③　興奮を伝える物質は，酵素によって分解されたり細胞に取り込まれたりして，短時間で消失する。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

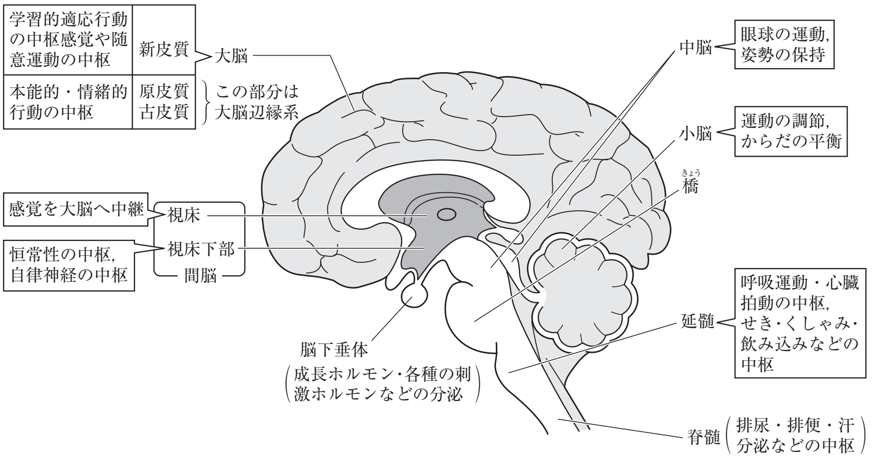
第30講　神経系

■管状神経系

- 管状神経系
  - 中枢神経系
    - 脳（大脳・間脳・中脳・小脳・延髄）
    - 脊髄
  - 末しょう神経系
    - 体性神経系
      - 感覚神経
      - 運動神経
    - 自律神経系
      - 交感神経
      - 副交感神経

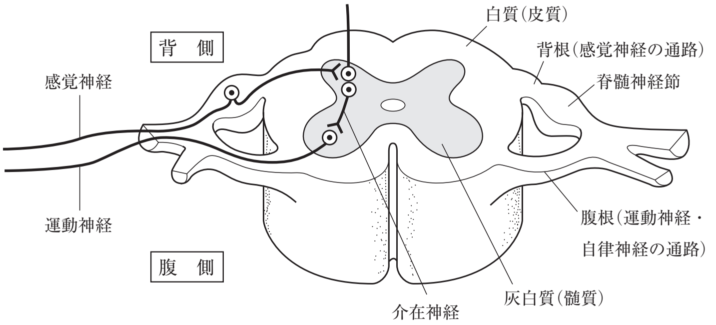
■中枢神経系

◆脳

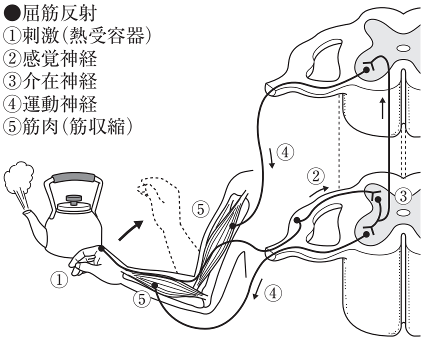


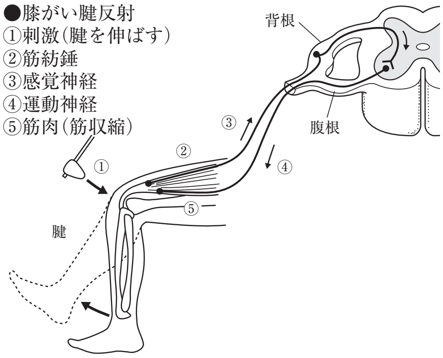
ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆脊髄

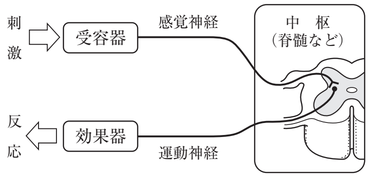


◆反射…大脳を介さない運動。





●反射弓　反射における興奮の伝達経路。



（反射の中枢）

- 脊髄…膝がい腱反射，屈筋反射
- 延髄…唾液の分泌，せき，くしゃみ
- 中脳…瞳孔反射，姿勢保持の反射

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第30講　演習問題

次の文章を読み，問１～問４に答えよ。

脊椎動物の中枢神経系は，[1]と脊髄からなり，多数の神経細胞から構成されている。神経細胞は①シナプスを介して複雑なネットワークを形成し，多くの情報を統合し，どのような外界の刺激かを判断し，どのように行動するのかを決定する。情報を処理する中枢であり，高度な精神活動をつかさどっている大脳においては，ヒトの場合には特に②新皮質と呼ばれる部分が発達している。この新皮質は，感覚野や運動野のほかに，思考，意思，認知，判断などに関連した連合野などからなる。

間脳は[2]と[3]からなる。[2]は多くの感覚情報の中継の場であり，[3]は自律神経系の中枢として，体温，水分，血糖値，血圧などを調節している。[4]は姿勢を保つ中枢で，眼球運動，瞳孔の大きさなどを調節する。[5]は運動を調節する中枢で，体の平衡を保つ上で重要な働きをもつ。そして[6]は呼吸運動，心臓の拍動を調節する中枢である。また，脊髄は体の各部と[1]とを連結しており，③脊髄反射の中枢でもある。

問１　文章中の[1]～[6]にあてはまる語句を記せ。

問２　下線部①について，以下の問に答えよ。

(1)　下記の文章の[ア]と[イ]にあてはまる語句を記せ。

神経終末に興奮が伝わると，その中の[ア]に蓄えられた各種の[イ]がシナプス間隙に放出される。情報を受け取る側の細胞の細胞膜上にある受容体に[イ]が結合することで，情報が伝達される。

(2)　情報を受け取る側の細胞に情報が伝わった後，伝達をすみやかに終了させるための仕組みを簡潔に記せ。

問３　下線部②について，以下の問に答えよ。

(1)　下線部②を主に構成するのはどれか，次の(ア)～(エ)の中から１つ選び，記号で答えよ。

(ア)　ミエリン　　(イ)　髄　鞘　　(ウ)　神経細胞体

(エ)　神経繊維

(2)　下線部②の肉眼的な特徴を示す語句を，次の(ア)～(エ)の中から１つ選び，記号で答えよ。

(ア)　明　帯　　(イ)　暗　帯　　(ウ)　白　質　　(エ)　灰白質

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問４　下線部③について，以下の問に答えよ。

(1)　脊髄反射であるものを，次の(ア)〜(ウ)からすべて選び，記号で答えよ。

(ア)　目の前にボールが飛んでくると，目をつぶる。

(イ)　指先に熱いものが触れると，思わず手を引っ込める。

(ウ)　ひざ頭の下２cm程度の部位を軽くたたくと，ひざから下の足がはねあがる。

(2)　刺激を受容して，反射によって反応が引き起こされるまでの興奮の伝わる神経の経路を何というか記せ。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第30講　確認テスト

次の文を読み，問１～４に答えよ。

図１はヒトの脳を示している。ヒトの中枢神経系は，大脳・［ア］・［イ］・小脳・［ウ］・脊髄にわけられる。大脳は，左右の半球にわかれており，外側の皮質と内側の髄質からなる。a)大脳皮質は灰白色に見えるため灰白質ともよばれており，部位により様々な働きを受け持っている。大脳髄質は白色にみえることから白質ともよばれており，大脳皮質に出入りする神経の通路となっている。ヒトの大脳皮質は，新皮質と古い皮質に区分されている。前者は，大脳の表層に存在し，b)感覚や随意運動の中枢とともに言語・記憶など複雑な精神活動の中枢が多くの領域をしめている。後者は，大脳の内部に押し込められて存在しており，本能や感情を支配する領域からなる。

［ア］・［イ］・［ウ］は脳幹とよばれており，［ア］では自律機能の調節・統合をおこなっている。［イ］は，姿勢の維持・眼球運動の制御の中枢であり，［ウ］は呼吸や血液量の調節など生命維持に欠くことのできない重要な機能の中枢である。［ウ］から連続して脊髄が脊椎骨内に存在している。脊髄は大脳とは反対に中心部に灰白質，周辺部に白質という構造であり，末梢神経である脊髄神経が出入りしている。脊髄は体の各部と脳を結ぶ連絡路として役割を果たすとともにc)しつがい腱反射や屈筋反射の中枢にもなっている。

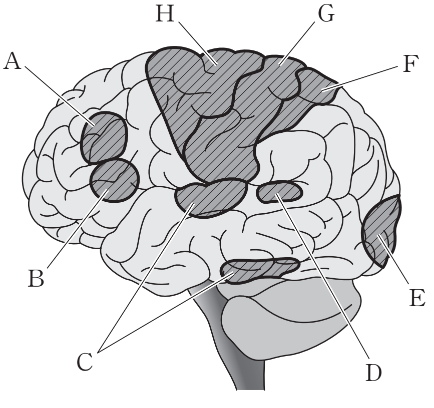


図１

問１　文中の［ア］～［ウ］にあてはまる語句はどれか。最も適当なものを１～８から選べ。

1. 間脳　2. 視床下部　3. 視床　4. 延髄　5. 中脳
6. 背根　7. 腹根　8. 脳下垂体

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問２　下線部a)について，大脳の神経細胞の特徴に関する記述として正しいものはどれか。最も適当なものを1～5から選べ。

1. 灰白質には神経細胞の細胞体が集まっている。
2. 灰白質は樹状突起から構成されている。
3. 灰白質は軸索により構成されている。
4. 白質は樹状突起から構成されている。
5. 白質には神経細胞の細胞体が集まっている。

問３　下線部b)について，以下の(1)と(2)の問いに答えよ。

(1)　皮膚感覚の中枢は図1のどこに相当するか。最も適当なものを1～8から選べ。

1. A　2. B　3. C　4. D　5. E　6. F
7. G　8. H

(2)　随意運動の中枢は図1のどこに相当するか。最も適当なものを1～8から選べ。

1. A　2. B　3. C　4. D　5. E　6. F
7. G　8. H

問４　下線部c)について，ａ～ｅのうち，しつがい腱反射に関する記述として正しいものはどれか。最も適当な組み合わせを1～10から選べ。

ａ．腱を打撃した刺激の受容器は筋紡錘である。
ｂ．反射中枢は延髄である。
ｃ．反射弓の終点は平滑筋である。
ｄ．反射弓には介在神経がない。
ｅ．反射における筋肉の動きは緩やかである。

1.（ａ，ｂ）　2.（ａ，ｃ）　3.（ａ，ｄ）　4.（ａ，ｅ）　5.（ｂ，ｃ）
6.（ｂ，ｄ）　7.（ｂ，ｅ）　8.（ｃ，ｄ）　9.（ｃ，ｅ）　10.（ｄ，ｅ）

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第31講　動物の行動

■動物の行動

◆生得的行動　…　種に固有，遺伝的に固定化されている。

走性　…　刺激源に対する一方向的な移動，定位

光走性　（＋：ガ　　－：ミミズ）
重力走性（＋：ミミズ　　－：カタツムリ）
化学走性（＋：カイコガの雄，ハエ，カ）
流れ走性（＋：メダカ，サケ（成魚）　　－：サケ（稚魚））

反射　…　刺激に対して無意識に起こる単純な反応
　　ex 瞳孔反射，屈筋反射

本能　…　反射の連続による 一連の行動，固定的動作パターン
　　ex イトヨの求愛行動

◆習得的行動　…　生後に獲得した行動，個体ごとに異なり得る。

学習　…　経験による行動の獲得
　　ex 試行錯誤，慣れ，鋭敏化，刷り込み，模倣，条件づけ

知能　…　未経験の状況に対して，目的に適した行動をとることができる。

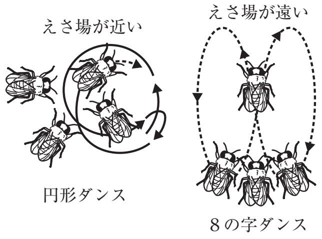
ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

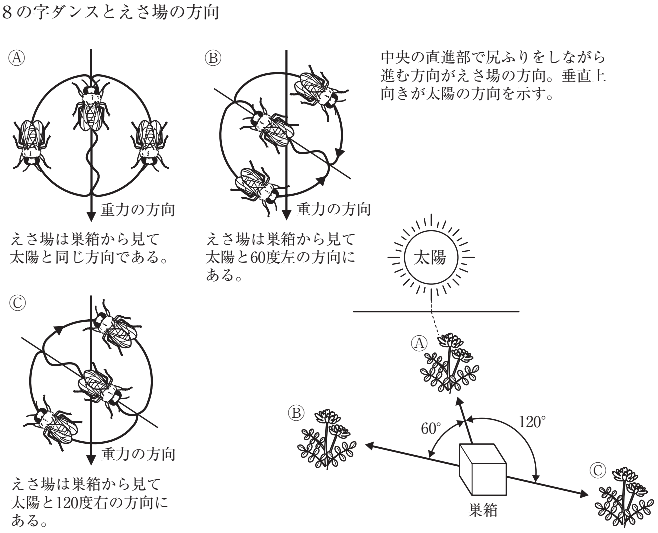
■動物のシグナル伝達

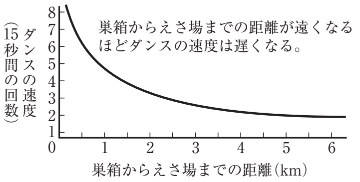
◆フェロモン　…　体外に分泌される化学物質，同種の他個体に作用し，
固有の行動，生理現象を引き起こす。

ex　・道標フェロモン(アリ)
・性フェロモン(カイコガ)
・分散フェロモン(モンシロチョウ，アズキゾウムシ)
・警報フェロモン(ミツバチ，シロアリ)
・集合フェロモン(ゴキブリ，カメムシ)

◆ミツバチの８の字ダンス…ミツバチはダンスによってえさ場の方向を伝える。







ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第31講　演習問題

⑴　昆虫のある行動に関する次のような実験観察を試みた。

a　羽化したばかりの雌のカイコガを透明な容器に入れ，密閉して，その近くに雄のカイコガを置いた。
b　羽化したばかりの雌のカイコガを不透明な容器に入れ，密閉して，その近くに雄のカイコガを置いた。
c　羽化したばかりの雌のカイコガを透明な容器に入れ，密閉せずに，その近くに雄のカイコガを置いた。
d　羽化したばかりの雌のカイコガを不透明な容器に入れ，密閉せずに，その近くに雄のカイコガを置いた。

1)　雄のカイコガを置いた場合に雌に近づく行動が見られたもののみをすべて含むのは［1］である。

①　a　②　b　③　c　④　d
⑤　aとc　⑥　cとd　⑦　aとcとd　⑧　aとbとcとd

2)　雌のカイコガから出され雄のカイコガが受け取る信号は［2］である。
①　アドレナリン　②　色　③　動き
④　形　⑤　音波　⑥　フェロモン
⑦　ホルモン　⑧　光

3)　雄のカイコガが［2］の信号を受け取るのは［3］である。
［3］の解答群
①　あし　②　胸部　③　触角　④　翅　⑤　腹部　⑥　眼

4)　この実験からわかる昆虫の行動は［4］である。
［4］の解答群
①　屈性　②　傾性　③　刷り込み　④　走性
⑤　慣れ　⑥　反射

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

5)　以下に示す動物の行動のうち［ 2 ］の信号が関与するのは［ 5 ］である。

［ 5 ］の解答群

①　ガが電燈の近くに集まる。

②　プラナリアが体の向きを調節する。

③　エサを見つけたアリが巣に戻り仲間にエサの場所を知らせる。

④　試験管に入れたゾウリムシが上方に集まる。

⑤　コウモリがエサをみつける。

(2)　花蜜をみつけたミツバチは巣箱に戻り，巣箱の中に垂直に立てられた巣板の表面で8の字ダンスをし，仲間に蜜の場所（えさ場）を知らせる。そのダンスの向きは，図１の例のように太陽の位置を基準にしたえさ場の方向に関する情報を示す。

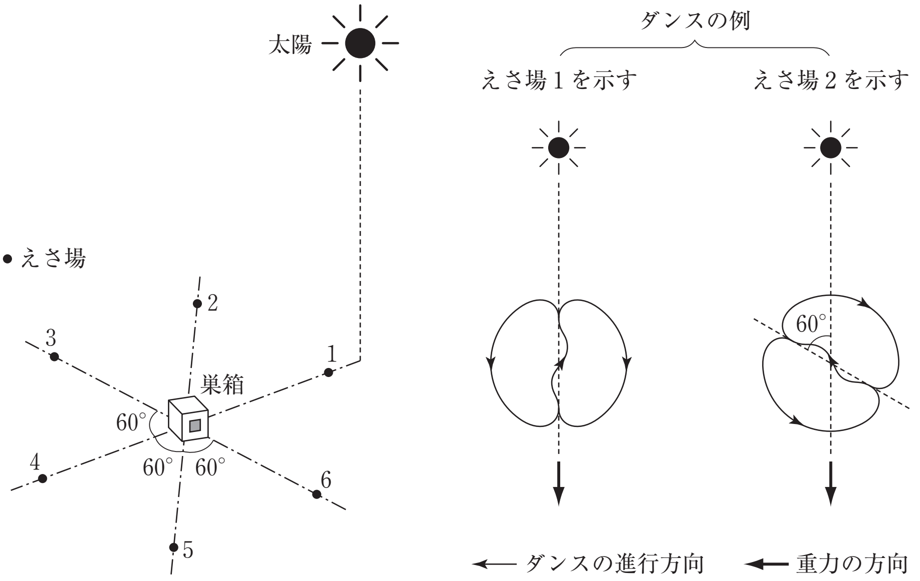
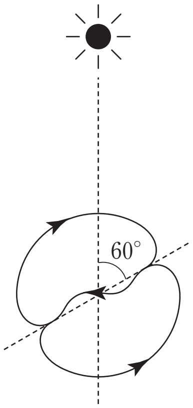


図1

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

太陽と巣箱が図1の位置にあるとき，あるミツバチがえさ場Aを知らせるために右図のダンスを行った。また，その4時間後に別のミツバチがえさ場Bを知らせるために右図とまったく同じダンスを行った。



えさ場Aとえさ場Bの場所の組み合わせとして正しいのは［ 6 ］である。

［ 6 ］の解答群

	えさ場A	えさ場B
①	3	2
②	3	3
③	3	4
④	5	4
⑤	5	5
⑥	5	6
⑦	6	1
⑧	6	5
⑨	6	6

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第31講　確認テスト

動物の行動に関する問い(A，B)に答えよ。

A　下記の文章の空欄［a］～［c］に入る語句の組み合わせとして，最も適切なものを解答群から一つ選べ。

動物は，環境から特定の刺激を受け，生まれながらに備わった定型的な行動を起こす場合がある。これは［a］と呼ばれる。一方，経験に応じて行動の仕方を変えていく場合もある。例えば，繰り返して起こる無害な刺激を無視するようになる。これを［b］という。また，雑食性の動物は，何が安全な食物で，何が食べられないものであるかを見分けなければならない。そのため，食物を食べた結果のよしあしによって次回から何をするかを決めていく。これを［c］という。

解答群

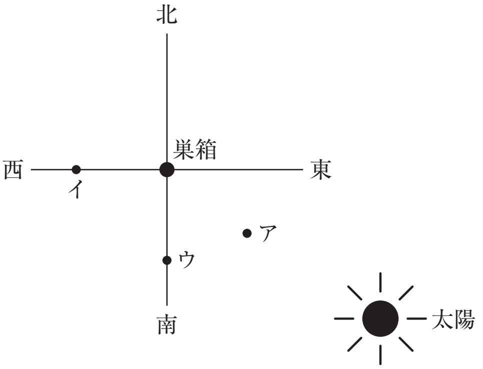
	a	b	c
①	知能行動	慣れ	試行錯誤
②	知能行動	試行錯誤	慣れ
③	知能行動	条件付け	刷り込み
④	知能行動	刷り込み	条件付け
⑤	生得的行動	慣れ	試行錯誤
⑥	生得的行動	試行錯誤	慣れ
⑦	生得的行動	条件付け	刷り込み
⑧	生得的行動	刷り込み	条件付け

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

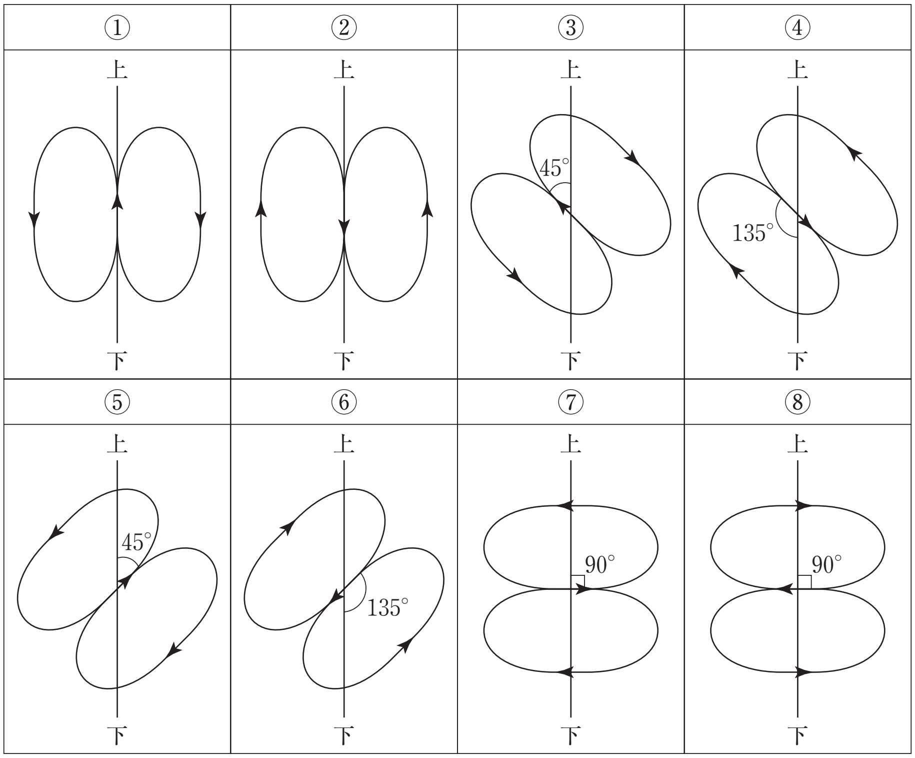
B　ミツバチは蜜のある花（えさ場）を探し当てると，巣にもどって仲間にその情報を伝え，そのえさ場へ誘導する。えさ場が巣から遠い場合に行う8の字ダンスは，巣箱の中に垂直に立てられた巣板の上で行う。このとき，巣箱から見て太陽の方向とえさ場の方向とのなす角度が，8の字ダンスでの鉛直方向（重力とは反対方向）とダンスの直進部分の方向（しりを振りながら直進する方向）とのなす角度に相当する。

えさ台ア，イ，ウを巣箱の周りに図の様に設置した。太陽の方角が，南東にある時，ミツバチは，それぞれえさ台ア，イ，ウからもどった時に，解答群に示す①～⑧のうち，どのダンスをするのか。最も適切なものを解答群から一つずつ選べ。



巣箱の位置

解答群



©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第32講　屈性，植物ホルモン

■植物の運動

◆屈性　…　刺激に対して方向性のある植物の運動

種類	刺激	例
光屈性	光	＋：茎，イネ科植物の幼葉鞘 －：根
重力屈性	重力	＋：根 －：イネ科植物の幼葉鞘
接触屈性	接触	＋：巻きひげ
化学屈性	化学物質	＋：花粉管（胚珠からの分泌物）
水分屈性	水	＋：根

◆傾性　…　刺激に対する方向性のない植物の運動

種類	刺激	例
光傾性	光	タンポポ・マツバギクの花の開閉 （昼→開，夜→閉）
温度傾性	温度	チューリップ・クロッカスの花の開閉 （高温→開，低温→閉）
接触傾性	接触	オジギソウの就眠運動， モウセンゴケ（食虫植物）

◆成長運動…部分的な成長の差による植物の運動。

ex　屈性，チューリップの開花

◆膨圧運動…膨圧の変化による植物の運動。

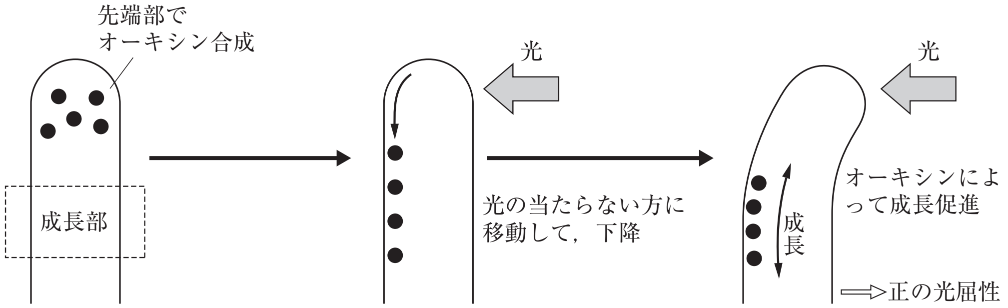
ex　気孔の開閉，オジギソウの就眠運動

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

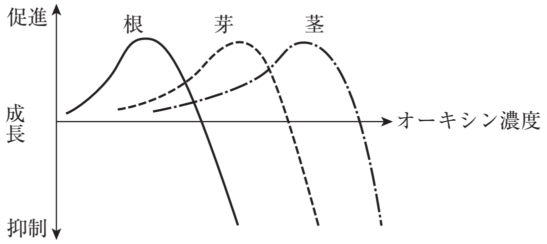
◆オーキシンによる屈性

・光屈性

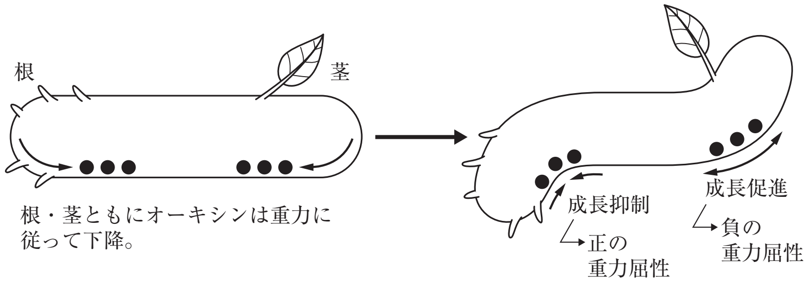


・重力屈性

オーキシン感受性



・低濃度で成長促進，高濃度で抑制
・根の方が感受性高め



・オーキシンの移動については変わらないのに，
器官ごとの感受性の差により，重力屈性の差が生まれる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■植物ホルモン

●オーキシン　…　・細胞の成長促進（細胞壁を緩める），分裂促進
（インドール酢酸）　・頂芽優勢
・カルスから根の分化
・離層の形成抑制

●サイトカイニン…　・細胞分裂促進
（カイネチン）　・カルスから茎，葉の分化
・細胞の老化抑制

●ジベレリン　…　・細胞の伸長成長促進
・子房の発達促進（単為結実）
・休眠打破

●エチレン　…　・果実の成熟促進
・離層の形成促進
・根や茎の伸長抑制（肥大成長）

●アブシシン酸　…　・気孔の閉鎖
・休眠維持
・エチレンの合成誘導

●フロリゲン　…　・花芽形成

●ジャスモン酸　…　・傷害応答

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

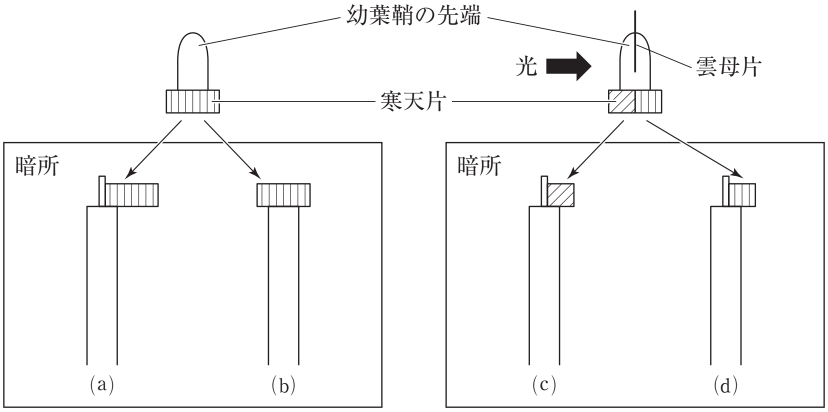
第32講　演習問題

A．植物の器官が環境からの刺激を受けたときに，屈曲する反応を示すことがある。このような屈曲反応のうち，植物の刺激のくる方向またはその反対方向へ屈曲する性質を[1]という。光[1]は光の刺激に応答した[1]で，茎などは[2]の光[1]，根は[3]の光[1]を示す。マカラスムギの幼葉鞘に一方向から光を当てると，(a)[2]の光[1]が見られる。幼葉鞘の光[1]には，オーキシンとよばれる植物ホルモンが関与している。植物が合成する天然のオーキシンは，[4]である。また，植物の器官が刺激の方向とは無関係に一定の方向に屈曲する反応を[5]という。温度に反応して一定の方向に曲がる反応を(b)温度[5]という。

問1　Aの文中の空欄に下の選択肢の中から最も適切なものを選択せよ。

① 極性　② ナフタレン酢酸　③ 正
④ 傾性　⑤ オキサロ酢酸　⑥ インドール酢酸
⑦ 走性　⑧ 負　⑨ 2,4-D
⓪ 屈性

問2　図1はAの文中の下線部(a)について，幼葉鞘を用いた実験を示している。幼葉鞘の先端部を切り取って寒天片の上にのせておき，その寒天片を，あらかじめ先端を切りとった幼葉鞘にのせて観察を行った。最も適切な観察結果を選択肢の中から選択せよ。ただし屈曲の度合は区別しないものとする。



(切りとった幼葉鞘の先端を，寒天片の上にのせ，左の幼葉鞘は偏りのない光条件で，光条件で，右の幼葉鞘は矢印の方向から光をあてた条件で一時的に静置した。)

図1　幼葉鞘を用いた実験

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

① ａとｂのみが屈曲する。　② ａとｃのみが屈曲する。
③ ａとｄのみが屈曲する。　④ ｂとｃのみが屈曲する。
⑤ ｂとｄのみが屈曲する。　⑥ ｃとｄのみが屈曲する。
⑦ ａとｂとｃのみが屈曲する。　⑧ ａとｃとｄのみが屈曲する。
⑨ ａとｂとｄのみが屈曲する。　⓪ ｂとｃとｄのみが屈曲する。

問３　Ａの文中の下線部(b)の例として，最も適切なものを下の選択肢の中から選択せよ。
① タンポポの花弁の開閉　② チューリップの花弁の開閉
③ オジギソウの葉の開閉　④ リンドウの花弁の開閉
⑤ エビスグサの葉の開閉

Ｂ．植物を横倒しにすると，茎が上を向いて立ち上がり，根は下向きに曲がる。これは［ 6 ］の刺激に対する屈曲反応である。根が下向きに曲がるのは，茎の先端でつくられたオーキシンが，［ 7 ］に移動したのち，［ 8 ］移動によって下側の伸長部へ送り出されるためである。オーキシンは濃度によって成長調整作用が変化し，最も成長が促進される濃度を最適濃度という。濃度が最適濃度より高くなりすぎると成長は抑制される。(a)<u>最適濃度は器官によって異なり</u>，根は茎に比べて非常に［ 9 ］濃度で反応するため，根の下側のオーキシンの濃度が高まると，その部分の伸長が抑制される。

問４　Ｂの文中の空欄に下の選択肢の中から最も適切なものを選択せよ。
① 頂芽　② 接触　③ 高い　④ 傾性　⑤ 重力　⑥ 低い
⑦ 光　⑧ 屈性　⑨ 根冠　⓪ 極性

問５　Ｂの文中の下線部(a)について，茎，芽，根について最適濃度が低い順に並べたものはどれか。最も適切なものを選択せよ。
① ［ 茎 ］＜［ 芽 ］＜［ 根 ］
② ［ 茎 ］＜［ 根 ］＜［ 芽 ］
③ ［ 芽 ］＜［ 茎 ］＜［ 根 ］
④ ［ 芽 ］＜［ 根 ］＜［ 茎 ］
⑤ ［ 根 ］＜［ 芽 ］＜［ 茎 ］
⑥ ［ 根 ］＜［ 茎 ］＜［ 芽 ］

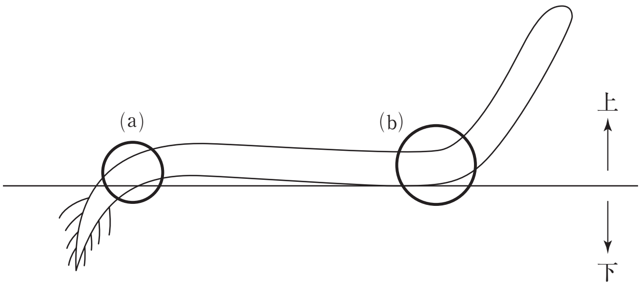
©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第32講　確認テスト

植物ホルモンに関する次の文章を読み，下の問1～問5に答えよ。

暗所におかれたマカラスムギの幼葉鞘（ようようしょう）を，地面に水平に置いておくと，茎は上方向に伸長し，根は下方向に伸長した（図）。前者の反応は（　ア　）の（　イ　）とよばれる。後者の反応は，（　ウ　）の（　イ　）と呼ばれる。これらの反応には（　エ　）が関与している。



図

問1　文章中の（　ア　）～（　ウ　）にあてはまる語句の組合せとして最も適切なものを，次のA～Dのうちから1つ選べ。

	（　ア　）	（　イ　）	（　ウ　）
A	正	重力屈性	負
B	正	光屈性	負
C	負	重力屈性	正
D	負	光屈性	正

問2　文章中の（　エ　）にあてはまる語句として最も適切なものを，次のA～Fのうちから1つ選べ。

A　アブシシン酸　　B　ジベレリン　　C　オーキシン
D　サイトカイニン　　E　エチレン　　F　フロリゲン

問3　図中の(a)と(b)の丸で囲んだ植物体の範囲において，植物ホルモン（　エ　）の濃度の高い部分として最も適切なものを，次のA～Fのうちから1つ選べ。ただし，同じものを繰り返し用いてもよい。

(a)　　(b)

A　上側　　B　下側　　C　右側　　D　左側　　E　中心部
F　偏りなく全体

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問４　図における茎(a)や根(b)の成長とホルモン（　エ　）の関係に関する次の記述のうち，適切なものを，次のＡ～Ｆのうちから２つ選べ。

Ａ　茎において，ホルモン（　エ　）は成長を抑制するため，茎は上側に屈曲する。
Ｂ　茎において，ホルモン（　エ　）は成長を促進するため，茎は上側に屈曲する。
Ｃ　根において，ホルモン（　エ　）は成長を促進するため，根は下側に屈曲する。
Ｄ　茎の成長が促進されるホルモン（　エ　）の濃度では，根の成長は促進される。
Ｅ　茎の成長が促進されるホルモン（　エ　）の濃度では，根の成長は抑制される。
Ｆ　根と茎において，ホルモン（　エ　）が成長を促進する最適濃度は，同じである。

問５　植物ホルモンは，そのはたらきを利用して，農作物の栽培などに応用されている。次の（　あ　）～（　え　）に利用されている植物ホルモンとして最も適切なものを，次のＡ～Ｆのうちから１つずつ選べ。ただし，同じものを繰り返し用いてもよい。

（　あ　）　バナナの成熟　　（　い　）　レタスの発芽
（　う　）　種なしブドウの生産　　（　え　）　落葉や落果の抑制

Ａ　アブシシン酸　　Ｂ　ジベレリン　　Ｃ　オーキシン
Ｄ　サイトカイニン　　Ｅ　エチレン　　Ｆ　フロリゲン

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

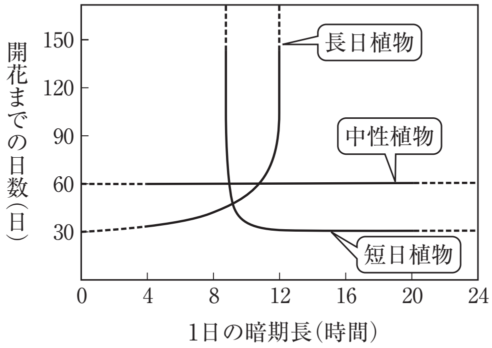
第33講　光周性，発芽の調節

■**光周性**　…　生物が外部環境の明暗周期を刺激として受容，反応する性質

◆植物の花芽形成

長日植物　春咲き	短日植物　秋咲き	中性植物
ダイコン，アブラナ	コスモス，オナモミ	エンドウ，トマト
ホウレンソウ，アヤメ	アサガオ，キク	キュウリ，ナス
コムギ，ヒメジオン	イネ，ダイズ，サツマイモ	ヒマワリ，トウモロコシ
カンサイタンポポ		セイヨウタンポポ

・長日植物は，高緯度地域や山地などで見られる。



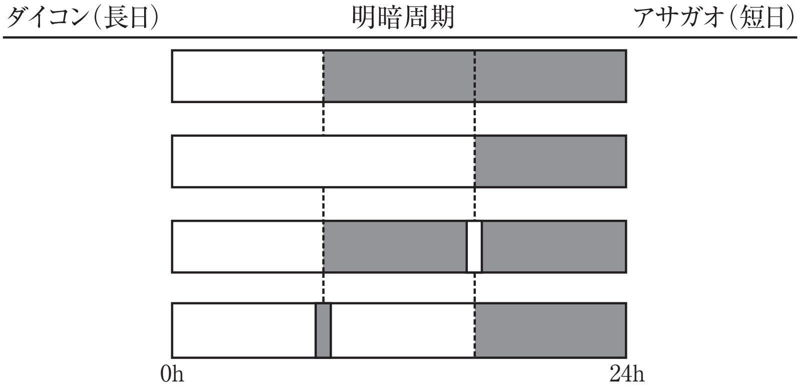
◆花芽形成と明暗周期

植物は連続暗期長を把握

・長日植物　…　限界暗期よりも短い暗期長で花芽形成

・短日植物　…　限界暗期よりも長い暗期長で花芽形成

・一日の日長条件と開花

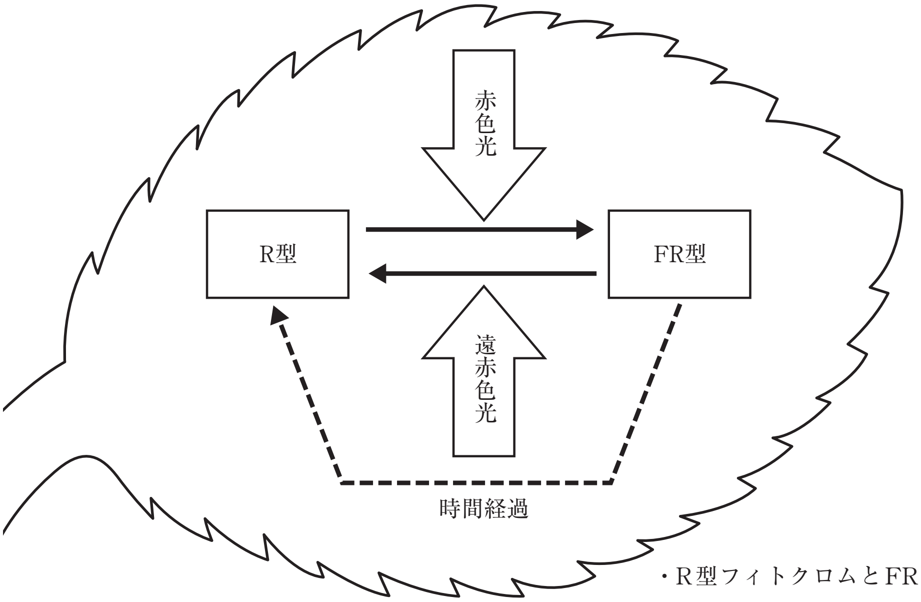


ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆光刺激の受容

・フィトクロム

… 色素タンパク質の一種，赤色光吸収型(R型)と遠赤色光吸収型(FR型)があり，それぞれの光を吸収することでもう一方の型に変化する。



・R型フィトクロムとFR型フィトクロムの割合によって，植物の反応がどちらに進むかが決まる。

・フロリゲン

… 各植物に適切な条件下で，葉で“花成ホルモン”(フロリゲン)が合成される。フロリゲンは師管を介して，植物全体に波及，茎頂を花芽に分化させる。

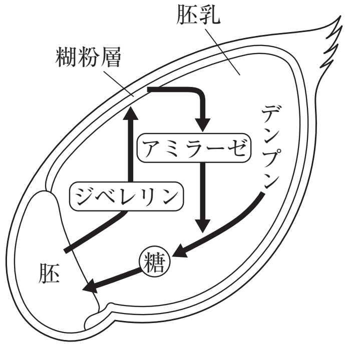
©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■発芽と休眠

◆発芽と植物ホルモン

・ジベレリン　　…　発芽促進

・アブシシン酸　…　発芽抑制



ex　ジベレリンによる休眠打破

1．種子が吸水すると，胚でジベレリン合成

2．ジベレリンにより糊粉層でアミラーゼ合成

3．アミラーゼにより胚乳のデンプンが分解

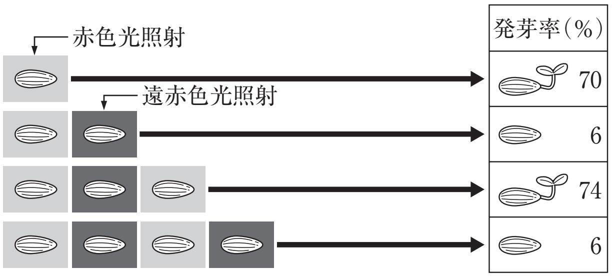
4．生じたグルコースを基質として呼吸活性化

◆光発芽種子

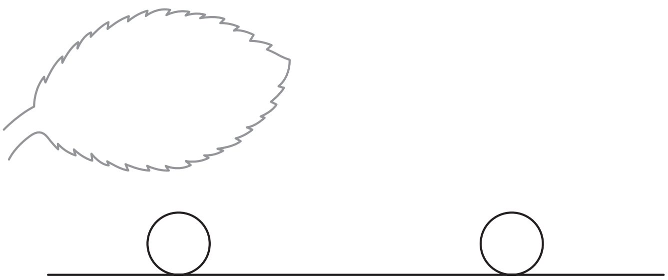
…　多くの植物は，発芽に酸素，水，温度を必要とするが，
一部の植物の種子(光発芽種子)ではさらに光も必要とする。
ex レタス，タバコ

・暗発芽種子…光で発芽抑制
ex　カボチャ，ケイトウ

・発芽は赤色光で促進され，遠赤色光で抑制される。



・光発芽種子の発芽にはフィトクロムが関与



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第33講　演習問題

花芽形成と発芽に関する文章Ⅰ・Ⅱを読み，問い(問1～7)に答えなさい。

Ⅰ　植物の花芽形成には，日長変化の影響を受けるものがある。短日植物が花芽形成を行う条件を短日条件，長日植物が花芽形成を行う条件を長日条件と呼ぶことにする。(a)ある実験から，植物は連続明期の長さではなく，連続暗期の長さによって花芽形成の有無が決まることが明らかとなった。さらに，オナモミを用いて接木実験や環状除皮実験などを行うことにより，［ア］で合成されたフロリゲンが［イ］を通って芽に移動し，花芽形成を促進すると考えられるようになった。また，(b)秋まきコムギのように花芽形成に日長変化だけでなく温度が影響する場合もある。

短日植物であるオナモミの限界暗期は9時間である。成長したオナモミでは葉の基部に芽がつくられており，条件が満たされると直ちに芽は花芽へと分化する。成長して複数の葉をつけたオナモミを用いて次のような実験を行い，花芽形成の有無を調べた。

［実験1］　多数の葉がついたオナモミを明期12時間，暗期12時間の条件におき，葉1枚だけを暗期中央の時刻がそろうように明期20時間，暗期4時間の条件にした。

［実験2］　多数の葉がついたオナモミを明期12時間，暗期12時間の条件におき，葉1枚だけを暗期中央の時刻がそろうように明期20時間，暗期4時間の条件にした。さらに，すべての葉に対して暗期中央の時刻に短時間の光中断を施した。

［実験3］　多数の葉がついたオナモミを明期12時間，暗期12時間の条件におき，葉1枚だけを暗期中央の時刻がそろうように明期4時間，暗期20時間の条件にした。

［実験4］　多数の葉がついたオナモミを明期12時間，暗期12時間の条件におき，葉1枚だけを暗期中央の時刻がそろうように明期4時間，暗期20時間の条件にした。さらに，すべての葉に対して暗期中央の時刻に短時間の光中断を施した。

問1　文中の空欄［ア］・［イ］に入る語の組合せとして最も適当なものを，次の①～④の中から一つ選びなさい。

	ア	イ
①	葉	師部
②	葉	木部
③	芽	師部
④	芽	木部

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問2　文中の下線部(a)に関して，下線部の内容が明らかとなった実験の内容およびその結果の説明として最も適当なものを，次の①～④の中から一つ選びなさい。

① 短日条件下で暗期の中央で光中断を施すと，長日植物の花芽形成が行われるようになり，短日植物の花芽形成が行われなくなる。

② 短日条件下で暗期の中央で光中断を施すと，短日植物の花芽形成が行われるようになり，長日植物の花芽形成が行われなくなる。

③ 長日条件下で暗期の中央で光中断を施すと，長日植物の花芽形成が行われるようになり，短日植物の花芽形成が行われなくなる。

④ 長日条件下で暗期の中央で光中断を施すと，短日植物の花芽形成が行われるようになり，長日植物の花芽形成が行われなくなる。

問3　文中の下線部(b)に関して，秋まきコムギが花芽形成を行うための条件として最も適当なものを，次の①～④の中から一つ選びなさい。

① 発芽後一定期間の短日条件を与えたのちに，低温条件を与える。

② 発芽後一定期間の低温条件を与えたのちに，長日条件を与える。

③ 発芽後一定期間の長日条件を与えたのちに，低温条件を与える。

④ 発芽後一定期間の低温条件を与えたのちに，短日条件を与える。

問4　[実験1]～[実験4]の結果のうち，花芽形成がみられる実験を過不足なく含むものを，次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

① [実験1]と[実験2]　　② [実験1]と[実験3]

③ [実験2]と[実験3]　　④ [実験2]と[実験4]

⑤ [実験1]と[実験2]と[実験3]　　⑥ [実験1]と[実験2]と[実験4]

⑦ [実験1]と[実験3]と[実験4]　　⑧ [実験2]と[実験3]と[実験4]

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

Ⅱ　オオムギの種子は，適当な温度，[ウ]，水分が与えられると吸水し，やがて発芽する。ただし，発芽に必要な条件がそろっていても，植物ホルモンである[エ]が種子内に多く存在すると発芽は抑制される。図1は，オオムギの種子が発芽するときの物質Ⅰ～物質Ⅲの動きを矢印で表したものである。[オ]から放出された物質Ⅰに[カ]が反応し，[カ]から物質Ⅱが放出された結果，[キ]で生じた物質Ⅲが[オ]に吸収されて発芽が促進される。

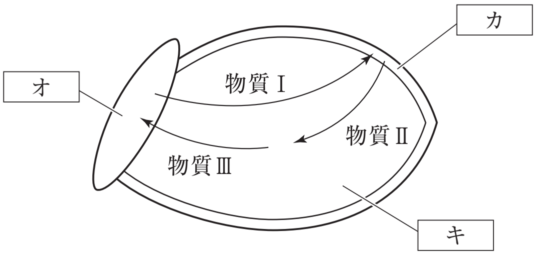


図１

問５　文中の空欄[ウ]・[エ]に入る語の組合せとして最も適当なものを，次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

	ウ	エ
①	酸素	エチレン
②	養分	エチレン
③	酸素	アブシシン酸
④	養分	アブシシン酸
⑤	酸素	オーキシン
⑥	養分	オーキシン

問６　文中と図1中の空欄[オ]～[キ]に入る語の組合せとして最も適当なものを，次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

	オ	カ	キ
①	胚のう	種皮	子葉
②	胚のう	糊粉層	子葉
③	胚のう	種皮	胚乳
④	胚	糊粉層	子葉
⑤	胚	種皮	胚乳
⑥	胚	糊粉層	胚乳

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問７　図1に関して，物質Ⅰ～物質Ⅲの名称の組合せとして最も適当なものを，次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

	物質Ⅰ	物質Ⅱ	物質Ⅲ
①	アミラーゼ	トリプシン	タンパク質
②	アミラーゼ	トリプシン	糖
③	ジベレリン	トリプシン	タンパク質
④	ジベレリン	アミラーゼ	糖
⑤	トリプシン	アミラーゼ	タンパク質
⑥	トリプシン	アミラーゼ	糖

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第33講　確認テスト

花芽の形成に関する次の文章を読み，以下の問い（問1〜3）に答えなさい。

(1)日長が一定の長さ以上になると花芽を形成する（　ア　）やコムギを長日植物といい，日長が一定の長さ以下になると花芽を形成するアサガオや（　イ　）を短日植物という。これらの植物の花芽形成に影響を与えるのは，連続した暗期の長さであり，その閾値を限界暗期という。限界暗期は，長日植物においては花芽形成がおこる最長の暗期の長さであり，短日植物においては花芽形成に必要な最短の暗期の長さである。

日長は，葉に存在する（　a　）によって受容され，これを受けて花成ホルモンの（　b　）が合成されて，花芽の形成を促していると考えられている。また，花芽形成は，日長だけでなく，温度の影響を受けることもある。例えば，ダイコンは，長日条件の他，一定期間の（　ウ　）にさらされることで花芽形成が促進される。このような現象を（　エ　）という。

問1　文章中のア〜エに入る最も適当なものを，次の①〜⓪のうちからそれぞれ1つずつ選びなさい。

①　キュウリ　　②　ダイズ　　③　トマト　　④　ホウレンソウ
⑤　高温　　⑥　常温　　⑦　低温　　⑧　休眠
⑨　光周性　　⓪　春化

問2　文章中のaとbに入る最も適当なものを，次の①〜⑥のうちからそれぞれ1つずつ選びなさい。

①　エチレン　　②　オーキシン　　③　クロロフィル
④　ジベレリン　　⑤　フィトクロム　　⑥　フロリゲン

問3　下線部(1)に関する日長条件と花芽形成の関係で正しいものを，次の①〜⑥のうちから3つ選びなさい。ただし，解答の順序は問わない。

①　長日植物において，暗期が限界暗期より長いと，花芽形成はおこる。
②　短日植物において，暗期が限界暗期より短いと，花芽形成はおこらない。
③　長日植物において，暗期が限界暗期より短く，明期が中断されると花芽形成はおこらない。
④　短日植物において，光中断により，連続した暗期が限界暗期より短くなると花芽形成はおこらない。
⑤　長日植物において，光中断はあるが，連続した暗期が限界暗期よりも長いと，花芽形成はおこる。
⑥　中性植物において，花芽形成に日長条件は影響しない。

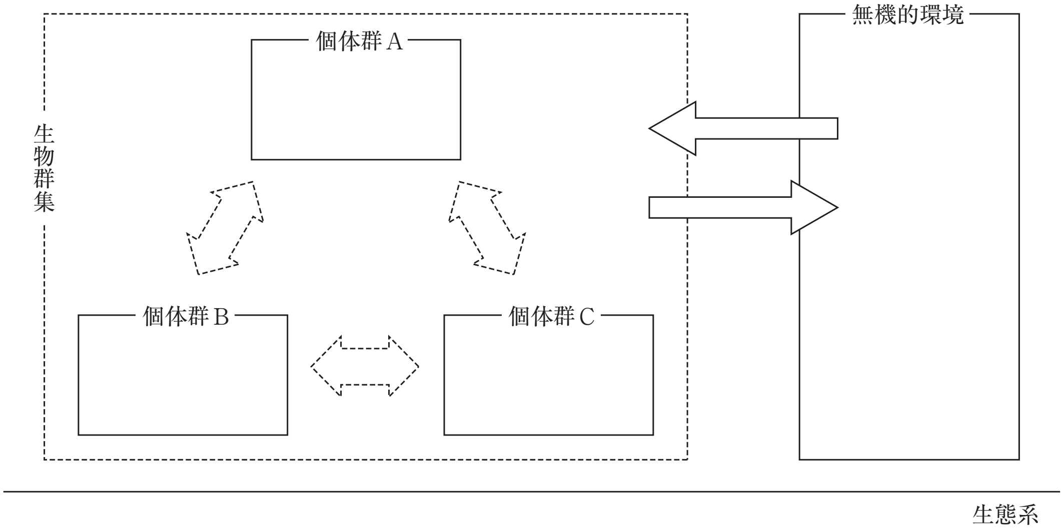
©RECRUIT HOLDINGS

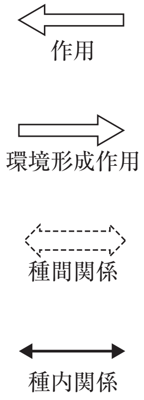
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第６章　　生態と環境

第34講　個体群動態

■生態系





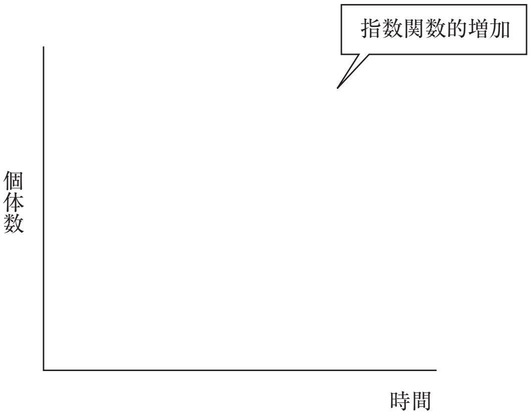
ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

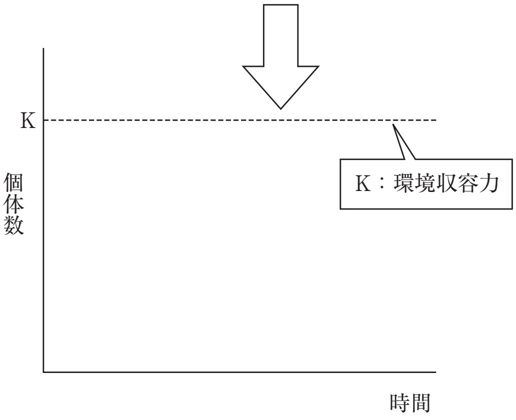
■個体群

◆成長曲線　…　個体群の成長の時間変化

・理想的環境下



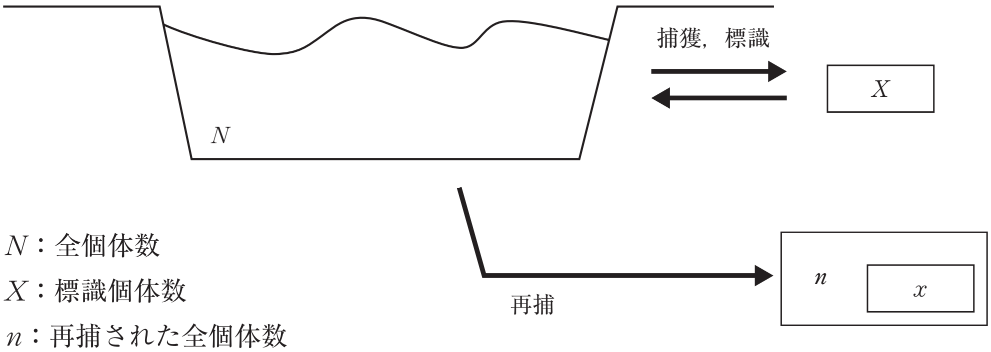
・実際の環境



・密度効果　…個体群密度によって生物に与えられる影響

ex　増殖率の低下，相変異

◆標識再捕法



N：全個体数

X：標識個体数

n：再捕された全個体数

x：再捕された標識個体数

●標識再捕法が使える条件

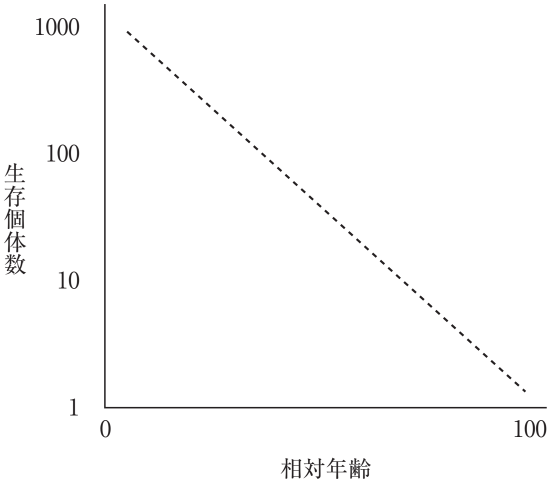
・調査地で個体の出入りがない。

・標識によって個体が影響を受けない。

・各個体の捕獲確率が等しい。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆生存曲線　…　相対年齢における生存個体数の変化



A型：晩死型

特徴　産子数は少なく，親は手厚い保護

ex　大型哺乳類，ヒト，猛禽類

B型：平均型

特徴　産子数，親の保護が中程度

ex　鳥類，爬虫類，ヒドラ

C型：早死型

特徴　産子数多いが，親の保護は少ない

ex　魚類，昆虫，海産無脊椎動物

・生存曲線は，生命表を用いて作成される。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第34講　演習問題

次の文章を読み，下の問1～6に答えなさい。

ある地域に生息する同種の個体の集合を個体群という。個体群の大きさを単位面積または空間あたりの個体数で示したものを個体群密度という。個体群密度の推定法の一つに，一定面積の区画を作成し，その中の個体数を数える［(1)］がある。この方法は，植物や動きが緩慢な動物の個体群に用いられる。一方，行動範囲が広い動物や見つけにくい動物では，①標識再捕法が用いられる。

個体数や個体群密度は，適当な生育空間と栄養資源があれば増加する。これを個体群の成長といい，図1のように横軸に時間，縦軸に個体群密度をとり，その変化の過程を表したグラフを［(2)］という。実際には個体群密度は，はじめ緩やかに増加し，その後急に増加する。個体群密度の増加が一定以上になると，限られた生育空間と栄養資源をめぐって個体間の［(3)］が激しくなり，②生息環境の悪化が進む。やがて個体群密度の増加は抑制され，グラフAのようにS字状を示す。このように，個体群密度の変化が個体群の成長にあたえる影響を［(4)］という。また，個体群として維持できる最大の個体群密度pを［(5)］力という。

動物では，個体群密度の変化によって，同一種の個体に形態，色彩，生理，行動などに著しい変化が現れることがある。この現象を［(6)］といい，個体群密度が大きいときの状態を［(7)］，小さいときの状態を［(8)］という。

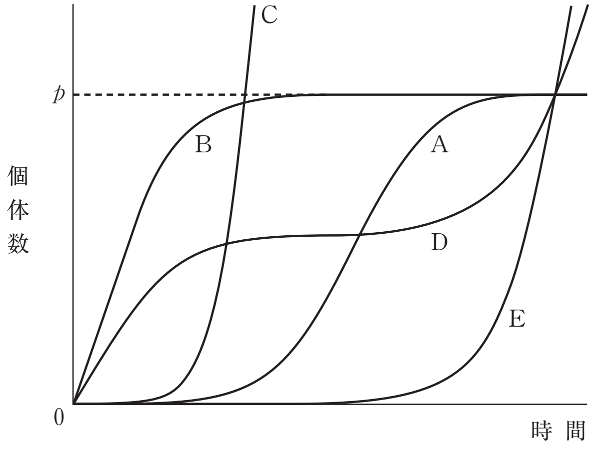


図１

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問１．文章中の［　　　］に入れるのに最も適当な語句を答えなさい。

問２．下線部①の標識再捕法を行うとき，標識に求められる条件の一つに，調査期間中に欠落や消失しないことがあげられる。この他に，標識に求められる重要な条件を，20字以内（句読点を含む）で述べなさい。

問３．下線部①の標識再捕法が個体群密度の調査法として最も適当な動物の例を，下の(ア)〜(カ)から一つ選びなさい。

	動物名	生育環境
(ア)	ザトウクジラ	海洋
(イ)	オオクチバス	湖沼
(ウ)	イソギンチャク	海浜
(エ)	ヤマトシジミ	河口
(オ)	ニホンカモシカ	山岳地
(カ)	コウノトリ	湿地

問４．標識をつけた個体数をn，再び捕獲した個体数をL，Lの中の標識個体数をMとするとき，推定個体総数Xを表す式を答えなさい。

問５．下線部②の原因として，個体群密度の増加によると推察される事象の一つを答えなさい。

問６．図1に関して，個体群の成長を抑制する環境からの作用が無いと仮定した場合，個体群の成長曲線は，グラフB〜Eのどれに相当するか。最も適当なものを一つ選びなさい。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第34講　確認テスト

個体群に関する以下の文章を読み，問1～6に答えなさい

ある一定の空間で生活する（　ア　）の生物の集団は個体群と呼ばれる。（　イ　）とは，個体群における個体数の増加の時間経過を表すグラフである。ある生物が生活する単位空間当たりの個体数を個体群密度という。ある大きさの容器の中に一定量の培地を入れてゾウリムシを育てた。この際，（　イ　）を表すと，(A)個体群密度は成長途中では急速な増加を示した。しかしその後，増加速度が低下し，やがてある一定値に落ち着いた。この一定値を（　ウ　）という。以上の観察結果は，(B)個体群密度の変化に伴い個体の生育，あるいは生理的・形態的性質が変化する現象を示す1つの例であり，このような現象は（　エ　）と呼ばれる。

一方，ある時期に生まれた個体の数が，その後時間の経過を追って減少していく過程を示したグラフは（　オ　）と呼ばれる。これは図1のようにⅠ，Ⅱ，Ⅲの3種の型に大きく分けられ，これらは順に（　カ　）型，平均型，（　キ　）型とよばれる。

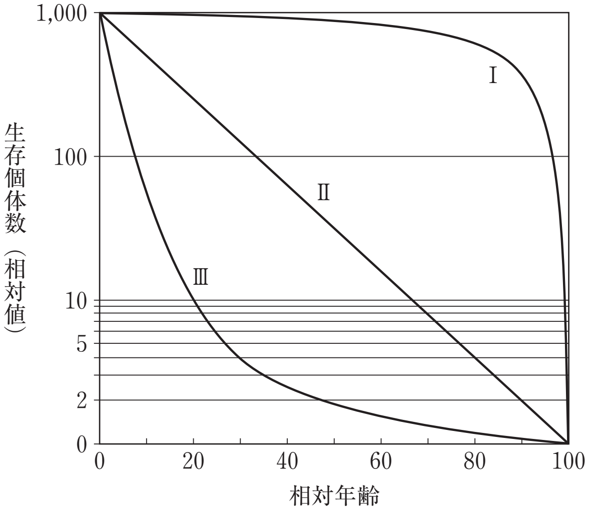


図１　個体数の減少に関する３種の型

問１　（　ア　）～（　エ　）にあてはまる最も適当な語を次の①～⑨のうちからそれぞれ1つ選べ。

①　密度効果	②　環境収容力	③　生存曲線
④　異種	⑤　成長曲線	⑥　競争的阻害
⑦　成長表	⑧　同種	⑨　環境形成作用

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問2　下線部(A)について，個体群密度が際限なく増加するのではなく，最終的には一定の値に落ち着く。その原因として適切なものを次の①～⑥からすべて選べ。

①　培地中の過剰な栄養分　②　培地中の栄養分の欠乏
③　同種他個体の外部からの侵入を積極的に排除する空間の増大
④　排出物の有効な再利用　⑤　排出物による環境の汚染
⑥　同種他個体の外部からの侵入を積極的に排除する空間の減少

問3　下線部(B)について，この現象を示す例として最も適切なものを次の①～⑤から2つ選べ。

①　ワタリバッタは，幼虫時の個体群密度が低いと，成虫時には長い後あしを持ち，単独生活をする。
②　ワタリバッタは，幼虫時の個体群密度が高いと，成虫時には長い後あしを持ち，群れて生活をする。
③　ゾウリムシとヒメゾウリムシをある容器内で一緒に育て始めたところ，両者とも個体数が増加していったが，途中，ゾウリムシの個体数のみ増加が止まったのちに減少し始めた。
④　ある一定の面積の土地で個体群密度を変えてダイズをまいたところ，その密度に関係なく，個体群全体の総重量は収穫時にほぼ一定となった。
⑤　ある一定の面積の土地で個体群密度を変えてダイズをまいたところ，その密度が高ければ高い程，栽培初期（播種3週間後）における個体群全体の総重量は重くなった。

問4　（　オ　）～（　キ　）にあてはまる最も適当な語を次の①～⑨のうちからそれぞれ1つ選べ。

①　年齢ピラミッド	②　生存率	③　生活環
④　死亡率	⑤　生存曲線	⑥　晩死
⑦　死亡曲線	⑧　早死	⑨　生殖

問5　図1のⅢ型を示す生物が相対年齢30で1度だけ卵を産むとする。この生物の個体群の大きさが維持されるためには，雌は何個（相対値）の卵を産む必要があるか。最も適切な数値を次の①～⑨のうちから1つ選べ。

①　5	②　10	③　50	④　100
⑤　500	⑥　1,000	⑦　5,000	⑧　10,000
⑨　50,000			

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問６　Ⅲ型を示す生物種として適当なものを次の①～⑨のうちからすべて選べ。

①　マイワシ
②　アデリーペンギン
③　バンドウイルカ
④　シロサイ
⑤　サケ
⑥　ニホンザル
⑦　カモノハシ
⑧　シジュウカラ
⑨　ニホントカゲ

©RECRUIT HOLDINGS

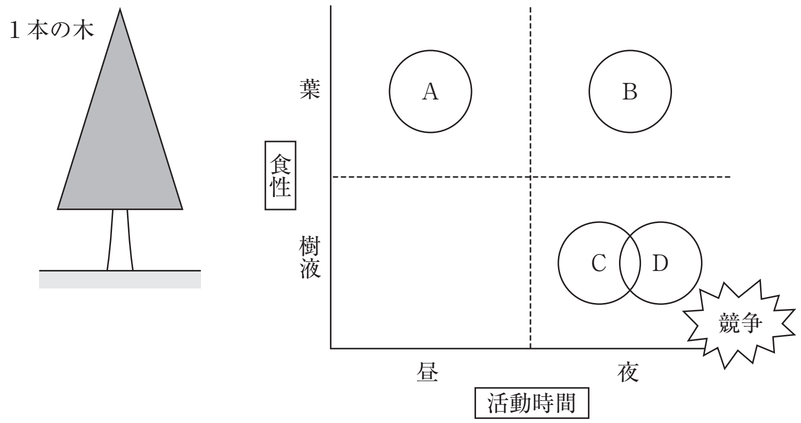
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第35講　生物間の相互作用

■生態的地位（ニッチ）

…　各生物種が占める生態系内の多次元空間

次元には食性，生活空間，活動時間など多岐にわたる

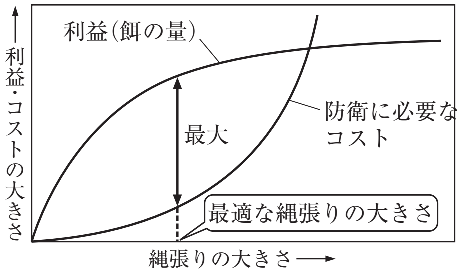


■同種個体群間の相互作用

・縄張り　…　同種個体に対して，一定の資源や空間を排他的に占有。

無駄な闘争の回避。種，外的条件に応じて最適な縄張りサイズが決定。

ex　アユ



・順位制　… 群れの個体間に直線的な優劣関係が見られる場合がある。

ex　ニワトリ

・社会性　…　群れの個体間に分業が見られる場合がある。

ex　社会性昆虫（ミツバチ，シロアリ），ハダカデバネズミ

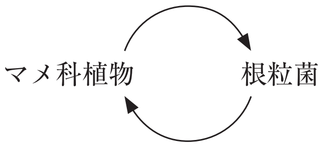
ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■異種個体群間の相互作用

◆種間関係

A種	B種	名称	例
＋	＋	相利共生	マメ科植物と根粒菌　地衣類(菌＋藻類)
＋	0	片利共生	コバンザメとサメ　カクレウオとナマコ
＋	－	捕食・被食	ヤマネコとウサギ　テントウムシとアブラムシ
＋	－	寄生	ノミとネコ　ヤドリギと広葉樹
0	0	中立	キリンとシマウマ
0	－	片害作用	アオカビのペニシリン
－	－	競争	ヒメゾウリムシとゾウリムシ　カキとフジツボ

・相利共生



・捕食・被食

・競争

◆競争の回避

・競争は互いにとって不利益

→　ニッチの重なりを解消することで，競争を回避

くいわけ　…　食性を変化　　ex　ヒメウとカワウ

すみわけ　…　生活空間を変化　ex　イワナとヤマメ

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第35講　演習問題

次の文章を読んで下の問いに答えよ。

ある地域内に生息する同一の種の集団を個体群という。また，ある地域内にすむ異なる種の個体群の集団を生物群集という。ある地域における個体群や群集の特徴や性質を把握する第一歩は個体数を正確に知ることである。しかし，ある地域内に生息する生物の全個体数を数えるのは容易ではない。このため，様々な個体数の推定方法が考えられている。

ある溜(た)め池の中にいるゲンゴロウの個体数を標識再捕法により推定した。1回目の捕獲ではゲンゴロウ150頭を捕獲し，各個体に油性の白色マーカーで標識をつけて放した。数日後，2回目の捕獲を行い，ゲンゴロウを200頭捕獲した。このとき，標識がついていた個体は15頭であった。

問１　標識再捕法では全個体数や捕獲された標識個体数などの間に以下のような関係式が成り立つ。この関係式の［①］および［②］にあてはまる語句を，式の下のＡ～Ｅのうちから1つずつ選べ。

$$\frac{\boxed{①}}{\text{全個体数}} = \frac{\text{2回目に捕獲された標識個体の数}}{\boxed{②}}$$

Ａ：全個体数
Ｂ：2回目に捕獲された標識個体の数
Ｃ：2回目に捕獲された標識のない個体の数
Ｄ：2回目に捕獲された全個体数
Ｅ：1回目に捕獲され，標識をつけて放した個体の数

問２　上記の関係式が成り立つためにはいくつかの条件が必要である。次の1)～3)に示した条件以外の重要な条件を１つ，40字以内で記せ。

１）　２回目の捕獲までに標識の脱落がないこと
２）　各個体の捕獲確率が等しいこと
３）　２回目の捕獲までの間に死亡する個体や，移出・移入する個体が少ないこと

問３　この池のゲンゴロウの全個体数を推定せよ。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問４　同じ種の個体間では生活のために必要とする資源が共通していることから，これらの資源をめぐる個体間の競争が起こる。また，競争のみでなく，群れを形成したり，あるいは縄張りをつくるなど様々な種内関係がみられる。動物にみられる種内関係について記述した下の文章ア）〜オ）を読み，正しいものに○，誤っているものに×を解答欄に記せ。

ア）　ハトやスズメ，イワシやサンマなどでは，群れをつくることにより，外敵の攻撃から逃れやすくなると考えられている。

イ）　ある種のトンボでは，オスが水面に縄張りをつくって他のオスが来ると追い払うが，メスが来ると交尾し，その後でメスの産卵を他のオスに邪魔されないように上空から警戒する。

ウ）　ウグイス，ヒバリ，シジュウカラなど多くの鳥類では繁殖期に縄張りをつくる現象がみられる。また，アユは密度が高くなるほど縄張りを強固につくるようになる。

エ）　アリやハチの中には，多数の個体がコロニーを形成して生活しているものがあり，社会性昆虫といわれる。これらの種のコロニー内では，形態・習性・役割などが異なる個体によって分業が成立している。

オ）　ニホンザルの群れでは，個体間に優劣の関係が成立し，それによって群れの秩序が保たれている。これを階層構造という。

問５　生物群集内の個体群間には，競争，捕食・被食といった様々な種間関係がみられる。生物群集内の種間関係について記述した下の(1)〜(4)の文章を読み，それぞれの文章中の［　③　］から［　⑥　］に当てはまる最も適切な語句を記せ。

(1)　水田ではイネの害虫であるウンカやヨコバイをクモやカエルが捕食する。カエルはクモも捕食する。さらに，ヘビがカエルを捕食するというように，食う・食われるの関係が複雑に組み合わさった全体を［　③　］という。

(2)　ゾウリムシと近縁種のヒメゾウリムシを混合飼育する実験を行った。その結果，片方の種のみが残り，もう一方の種はやがて絶滅してしまった。これは，両種の［　④　］が類似していたためである。

(3)　シロアリは，その腸内にすむ原生動物のおかげで木材を消化でき，原生動物はシロアリによってその分布を拡大できる。このような関係を［　⑤　］という。

(4)　河川の上流域にすむイワナとヤマメは，それぞれ一方の種のみが生息する川では，広範な水温域で暮らしている。しかし，両種が生息する川では，夏季の水温が13〜15℃付近を境にして，それより上流域と下流域に分かれてすむことが多い。このように，近縁種が同じ場所に生息可能な場合に，生息場所を分けて共存する現象を［　⑥　］という。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第35講　確認テスト

ゾウリムシに関する文章を読み，問1から問4に答えなさい。解答は複数の場合もある。

同じ餌を食べる3種のゾウリムシを用いて,実験1～3を同じ大きさの容器を使用して行った。

実験1.

A種とB種を，毎日同じ量の餌を与え単独飼育したところ，どちらも始めの数日は急激に増加したが，やがて増加が緩やかになり，両種とも一定の個体数から増減しなくなった。

実験2.

A種とB種を同じ容器に入れ，実験1と同じ量の餌を毎日与え一緒に飼育したところ，A種は単独飼育と異なる増加の仕方を示したが,やがて一定の個体数から増減しなくなった。一方,始めの数日B種は増加したが6日頃から減少し，A種の個体数が増減しなくなった時には，容器内には全く存在しなくなった。

実験3.

B種とC種を同じ容器に入れ，実験1と同じ量の餌を毎日与え一緒に飼育したところ，B種は飼育水の上層で，C種は飼育水の下層において主として生息し，やがて一定の個体数から増減しなくなった。

問１　実験1においてA種の個体数の増加が緩やかになる理由として適切なものを，次の①～④の中から選びなさい。

① 実験に用いた容器中の栄養分が枯渇したから。
② 実験に用いたゾウリムシに突然変異が生じたから。
③ 個体の死亡数と増殖数が等しくなったから。
④ ゾウリムシ1個体当たりの空間が少なくなったから。

問２　個体数が変化しない状態に達した時の，実験1と実験2のA種の個体数の関係として適切なものを，次の①～③の中から選びなさい。

① 実験１の個体数は実験２の個体数より多い。
② 実験１の個体数は実験２の個体数より少ない。
③ 実験１の個体数と実験２の個体数は等しい。

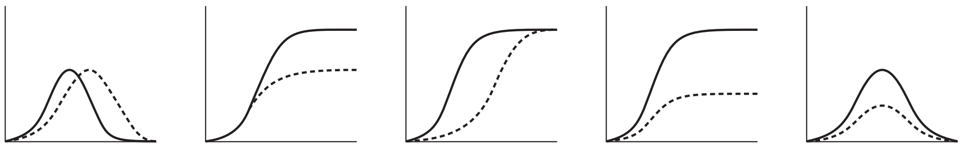
©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　個体数が変化しない状態に達した時の，実験1と実験3のＢ種の個体数の関係として適切なものを，次の①～③の中から選びなさい。

①　実験1の個体数は実験3の個体数より多い。
②　実験1の個体数は実験3の個体数より少ない。
③　実験1の個体数と実験3の個体数は等しい。

問４　実験1と実験2におけるＡ種の増加速度の変化を示した図として適切なものを，次の①～⑤の中から選びなさい。ただし，実線は実験1，点線は実験2とし，縦軸は増加速度，横軸は飼育日数とする。

①　②　③　④　⑤

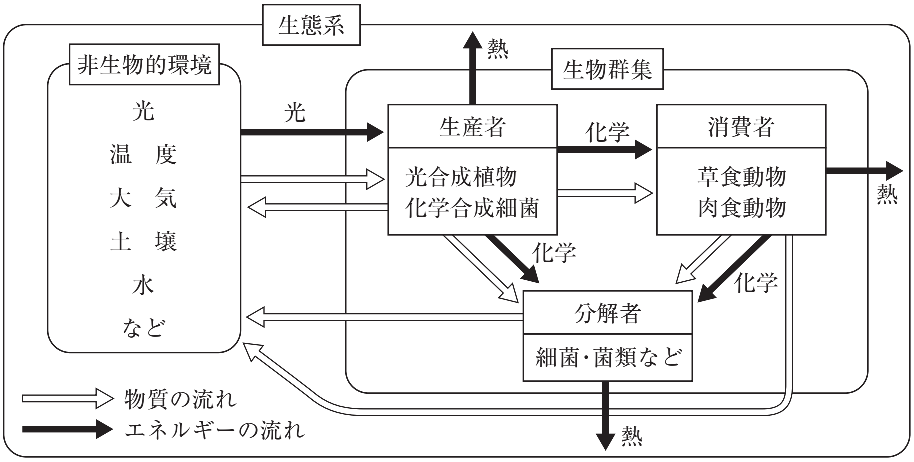


ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第36講　生産構造，物質の循環

■生態系の構成

…生態系内で物質は循環するが，エネルギーは一方向に流れる。



◆食物連鎖

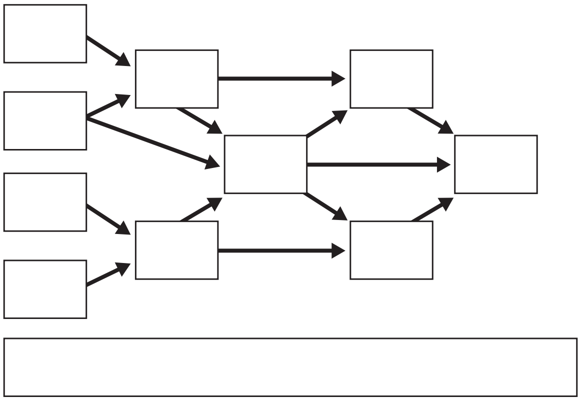
低 ←――― 栄養段階 ―――→ 高

	生産者	一次消費者	二次消費者	三次消費者　…
ex	イネ	バッタ	カエル	ヘビ
	植物プランクトン	動物プランクトン	メダカ	ナマズ

・各栄養段階が捕食・被食の関係で直線状に連なった構図　…　食物連鎖

・一般に生態系内では複数の食物連鎖が網状に発達　…　食物網

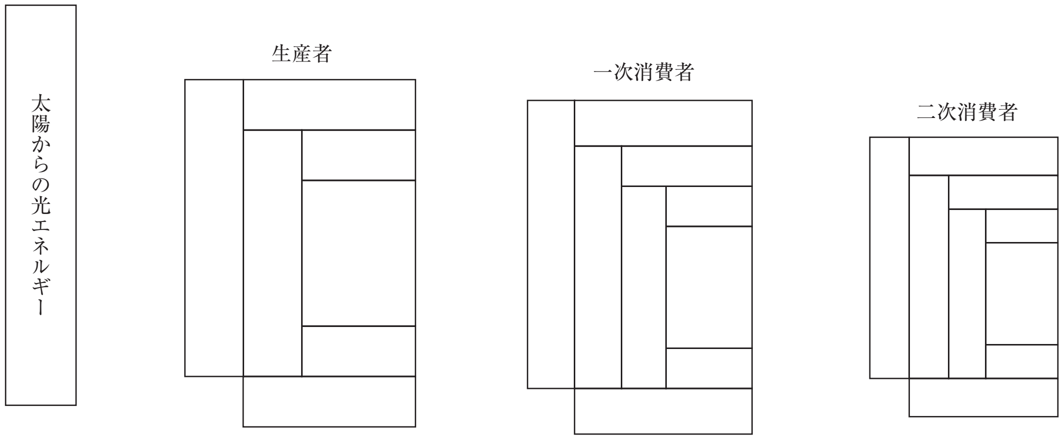
→　食物網が発達した生態系ほど安定



©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■生態系内のエネルギーの流れ

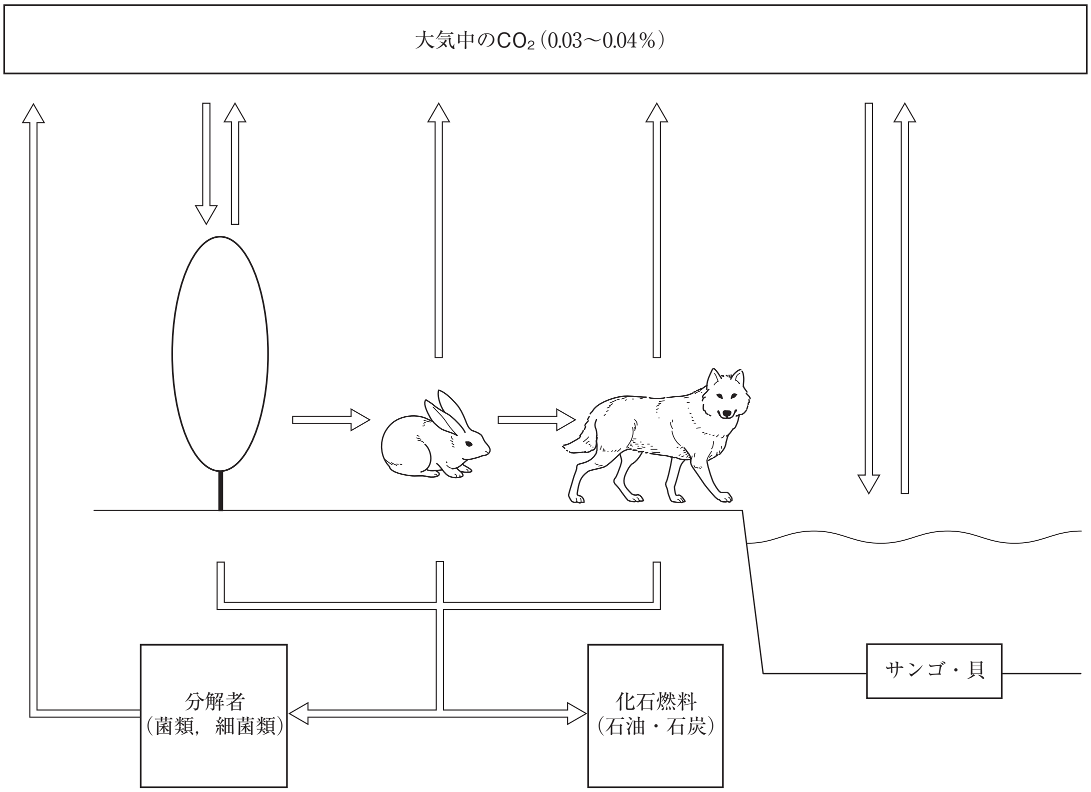


現存量：ある時点で存在する量
成長量：ある期間で増加した量
被食量：上位の栄養段階に食われた量
呼吸量：呼吸によって消費された量
枯死・死滅量：死滅して分解される量
不消化排出量：消化されずに排出される量

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■生態系内の物質循環

◆炭素の循環



・循環の基本は，光合成と呼吸

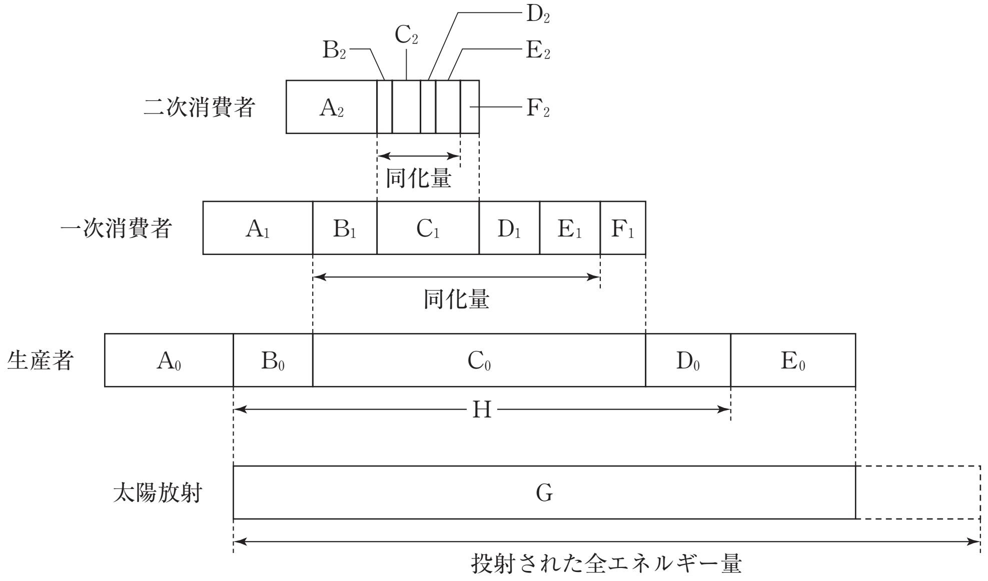
・大気中のCO_2増加 ｛ 森林破壊 / 化石燃料の燃焼 / 火山活動

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第36講　演習問題

次図は，生態系の各栄養段階間におけるエネルギー移動の関係を示したものである。これについて以下の各問いに答えよ。答えは各問いの下記の解答群から最も適当なものを選べ。なお，図中のB_0，B_1，B_2はそれぞれ各栄養段階に属する生物の一定期間における成長量を，D_0，D_1，D_2は枯死・死滅量を示す。



問１．図中の記号のうち以下のものはそれぞれ何を表すか。

A_0，A_1，A_2 [1]

C_0，C_1，C_2 [2]

E_0，E_1，E_2 [3]

F_1，F_2 [4]

G [5]

H [6]

〔解答群〕

① 摂食量　② 被食量　③ 呼吸量　④ 不消化排出量

⑤ 最初の現存量　⑥ 純生産量　⑦ 総生産量

⑧ 吸収されたエネルギー量

⑨ 光合成によって同化されたエネルギー量

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問2．図の生態系で分解者にわたるエネルギー量はどの計算式で求められるか。

〔解答群〕

① $D_0 + D_1 + D_2$

② $F_1 + F_2$

③ $D_0 + D_1 + D_2 + F_1 + F_2$

④ $D_0 + D_1 + D_2 + F_1 + F_2 + E_0 + E_1 + E_2$

問3．次表は，生物や物質の移入・移出のほとんど見られない森林生態系のエネルギー量を示したものである。この生態系における生産者，一次消費者，二次消費者のエネルギー利用効率を求めよ。

なお，各栄養段階におけるエネルギー利用効率［%］は，その栄養段階の同化量をＩ，１つ前の栄養段階の同化量をI′としたとき，（I/I′）×100の式で計算できる。ただし，生産者のエネルギー利用効率はI′を投射された全エネルギー量として計算せよ。

栄養段階	エネルギー量［cal/m^2/日］
二次消費者	$C_2 = 80$　$F_2 = 50$
一次消費者	$B_1 = 100$　$C_1 = 230$　$D_1 = 120$　$E_1 = 150$　$F_1 = 130$
生産者	$H = 3{,}000$
太陽放射	投射された全エネルギー量＝300,000　$G = 12{,}000$

生　産　者

一次消費者

二次消費者

〔解答群〕

① 1　② 2　③ 3　④ 4

⑤ 5　⑥ 30　⑦ 40　⑧ 50

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第36講　確認テスト

生態系とエネルギーに関する次の問1から問4に答えなさい。**解答は複数の場合もある。**

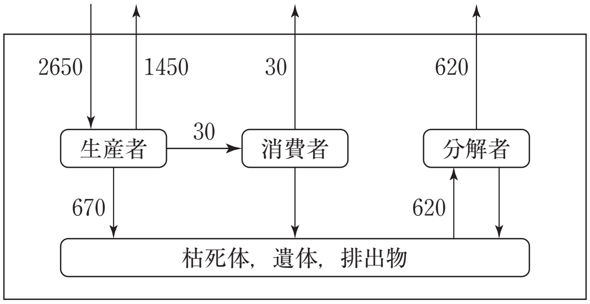


図１　ある森林での有機物の物質収支

図1の数字は1年間に森林1m^{2}当たりで生産，移動あるいは分解される有機物の乾燥重量[g/(m^2･年)]を示す。

問１　生産者の光合成によってつくられた有機物の総量として適切なものを，次の①～⑥の中から選びなさい。

①　全呼吸量　　②　成長量　　③　総生産量　　④　純生産量
⑤　余剰生産量　　⑥　総酸素量

問２　この森林1m^{2}当たりの1年間の純生産量として適切なものを，次の①～⑧の中から選びなさい。

①　2150　　②　1450　　③　1200　　④　800　　⑤　650　　⑥　620
⑦　550　　⑧　500

問３　この森林1m^{2}当たりの1年間の生産者の成長量として適切なものを，問2の選択肢の中から選びなさい。

問４　この森林1m^{2}当たりの1年間の有機物蓄積量として適切なものを，問2の選択肢の中から選びなさい。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第７章　　進化・分類

第37講　生命の歴史

■生命の歴史

◆古生代まで

46億年前 → 40億年前 → 26億年前 → 20億年前 → 5.5億年前

46億年前	40億年前	26億年前	20億年前	5.5億年前
地球の誕生	生命の誕生	シアノバクテリアの繁栄	真核生物の出現	古生代

◆化学進化　…　生命が誕生する以前の有機物の生成過程

	無機物	→ 簡単な有機物	→ 複雑な有機物
ミラーの仮定 還元型大気	CH_4　NH_3 H_2O　H_2	アミノ酸	タンパク質
		ヌクレオチド	核酸（DNA，RNA）
		単糖	多糖
現在の仮定 酸化型大気	CO_2　N_2 H_2O	脂肪酸	脂肪
		など	

◆光合成の進化

・シアノバクテリア以前の光合成　…　光合成細菌による光合成

$$6CO_2 + 12H_2S \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 12S$$

・シアノバクテリアによる光合成

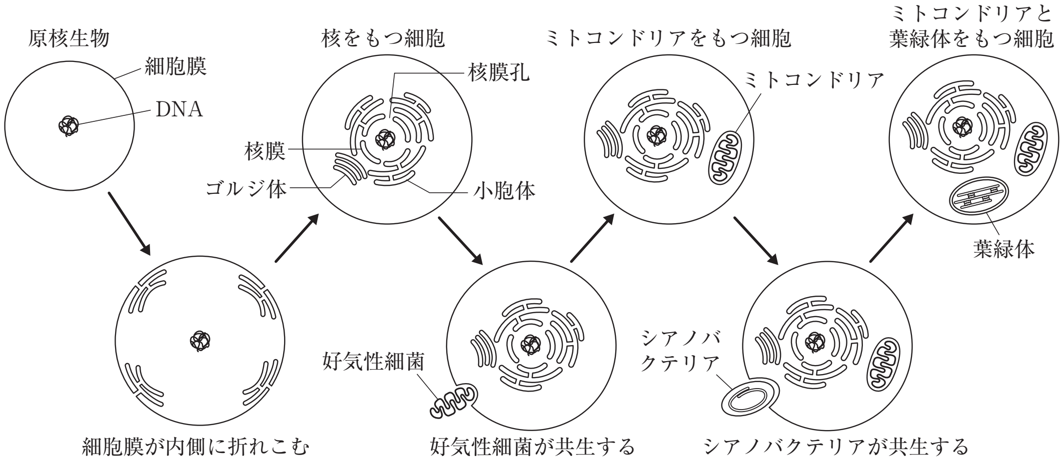
$$6CO_2 + 12H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$$

酸素の発生　→　縞状鉄鉱層の形成（海中の鉄の沈降）
好気性細菌の出現
徐々にオゾン層を形成

ⒸRECRUIT HOLDINGS

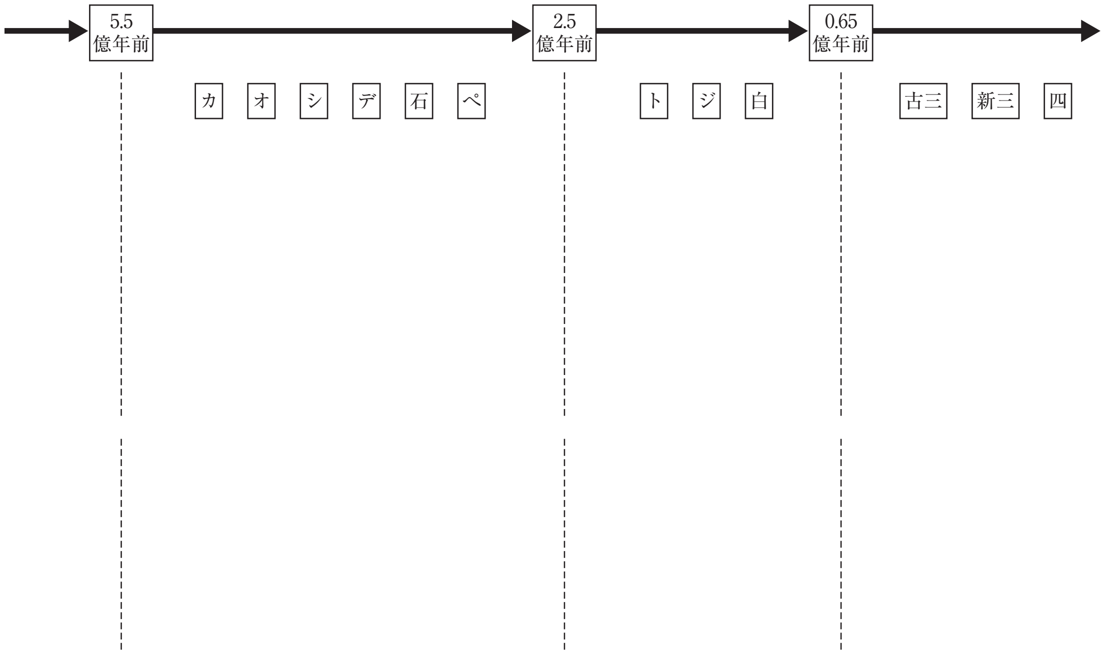
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆真核生物の進化



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆古生代　→中生代　→新生代



- カ：カンブリア紀
- オ：オルドビス紀
- シ：シルル紀
- デ：デボン紀
- 石：石炭紀
- ペ：ペルム紀(二畳紀)
- ト：トリアス紀(三畳紀)
- ジ：ジュラ紀
- 白：白亜紀
- 古三：古第三紀
- 新三：新第三紀
- 四：第四紀

・示準化石…その化石の含まれる地層が堆積した地質年代を示す化石。

ex　古生代…三葉虫，フズリナ
　　中生代…アンモナイト，恐竜
　　新生代…大型哺乳類，ビカリア

・示相化石…その化石が含まれる地層の過去の環境を示す化石。

ex　ホタテ…冷たい海
　　サンゴ…暖かくて浅い海
　　ブナ　…涼しい陸上

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第37講　演習問題

生命の起源と生物進化に関する次の文章を読んで，次の問1～問4に答えなさい。

最初に誕生した生命は，原始海洋中に存在する有機物からエネルギーを得る［ア］の原核生物であったと考えられてきた。しかし近年，(1)100℃にも及ぶ高温でも増殖でき，細胞内で無機物から有機物を合成する能力を持つ原核生物が発見され，これを始原生物のモデルとして考える推論もある。

その後，光合成細菌のような［イ］生物が出現した。やがて約30億年前になると，地球上に豊富に存在する水を水素または硫化水素の代わりに利用し，二酸化炭素と水を用いて炭酸同化を行う［ウ］生物である［エ］が出現した。［エ］が浅い海の表面で大量に増殖することにより形成された［オ］が化石として残っている。

また，大規模な［カ］が形成されたのも同じ時期で，酸素は海水中の金属と反応して，その金属の酸化物を大量に堆積させた。

大気中の酸素の増加は，呼吸により効率よくエネルギーを獲得する(2)真核生物の出現をうながした。

問１　文中の空欄［ア］～［ウ］に入る語の組み合わせとして最も適当なものを，次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

	ア	イ	ウ
①	嫌気性従属栄養	非酸素発生型光合成	酸素発生型光合成
②	好気性従属栄養	非酸素発生型光合成	酸素発生型光合成
③	嫌気性従属栄養	酸素発生型光合成	非酸素発生型光合成
④	好気性従属栄養	酸素発生型光合成	非酸素発生型光合成
⑤	嫌気性独立栄養	非酸素発生型光合成	酸素発生型光合成
⑥	好気性独立栄養	非酸素発生型光合成	酸素発生型光合成
⑦	嫌気性独立栄養	酸素発生型光合成	非酸素発生型光合成
⑧	好気性独立栄養	酸素発生型光合成	非酸素発生型光合成

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問２　下線部⑴について，超好熱菌（好熱菌）を始原生物のモデルとした場合，以下の⒜～⒞の解答の組み合わせとして最も適当なものを，次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

⒜　生命は地球上のどのような環境で誕生したと考えられるか。

⒝　⒜の生物のエネルギー獲得形式はどのようなタイプであったと考えられるか。

⒞　原始生命の誕生の際には，生物を構成するさまざまな化学物質の形成が無生物的に起こる必要がある。このような化学物質の組織化のプロセスを何とよぶか。

	⒜	⒝	⒞
①	噴火口	嫌気性従属栄養	収束進化
②	噴火口	嫌気性独立栄養	収束進化
③	噴火口	好気性従属栄養	中立進化
④	噴火口	好気性独立栄養	中立進化
⑤	海底熱水噴出孔	嫌気性従属栄養	化学進化
⑥	海底熱水噴出孔	嫌気性独立栄養	化学進化
⑦	海底熱水噴出孔	好気性従属栄養	適応放散
⑧	海底熱水噴出孔	好気性独立栄養	適応放散

問３　文中の空欄［エ］～［カ］に入る語の組み合わせとして最も適当なものを，次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

	エ	オ	カ
①	シアノバクテリア	縞状鉄鉱層	ストロマトライト
②	シアノバクテリア	ストロマトライト	縞状鉄鉱層
③	シアノバクテリア	RNAワールド	エディアカラ生物群
④	シアノバクテリア	DNAワールド	エディアカラ生物群
⑤	緑色硫黄細菌	縞状鉄鉱層	ストロマトライト
⑥	緑色硫黄細菌	ストロマトライト	縞状鉄鉱層
⑦	緑色硫黄細菌	RNAワールド	エディアカラ生物群
⑧	緑色硫黄細菌	DNAワールド	エディアカラ生物群

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問４　下線部(2)の真核生物について，(X)最古の化石は今からおよそ何億年前のものか。また，(Y)ミトコンドリアはどのような生物が細胞内共生することによって出現したと考えられるか。(X)と(Y)の解答の組み合わせとして最も適当なものを，次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

	(X)	(Y)
①	約27億年前	シアノバクテリア
②	約27億年前	好気性細菌
③	約21億年前	シアノバクテリア
④	約21億年前	好気性細菌
⑤	約12億年前	シアノバクテリア
⑥	約12億年前	好気性細菌
⑦	約５億年前	シアノバクテリア
⑧	約５億年前	好気性細菌

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第37講　確認テスト

進化に関する文章を読み，次の問1から問4に答えなさい。

約46億年前に誕生した地球は，熱いマグマに覆われていたと考えられている。その後，地球表面は冷却され，地殻が形成された。このように形成された原始地球の大気中には，酸素はほとんど存在していなかったと推測されている。その後，(a)化学進化がおこり，初めての生命体が誕生した。原始生物には従属栄養生物と独立栄養生物がいたとされ，このうち独立栄養生物は，(　ア　)やメタンなどを酸化する際に放出されるエネルギーを利用して有機物を合成する化学合成細菌の一種であると考えられている。その後，光エネルギーを利用して有機物を合成する光合成細菌が誕生した。この光合成細菌はシアノバクテリアと呼ばれ，現在，その存在はストロマトライトや(b)鉄鉱層として知ることができる。やがて，シアノバクテリアが放出する酸素により大気中の酸素がふえ，その結果，オゾン層の形成がおこり，オゾン層が有害な紫外線を吸収することにより，生物の陸上進出が可能となった。最初の陸上植物と考えられている化石はクックソニアと呼ばれ，(　イ　)の地層から見つかっている。その後，生物が陸上に進出し，現在の陸上生物の多種多様性へと続く。

問1　下線部(a)の結果として適切なものを，次の①～⑤の中から選びなさい。

①　窒素が大気中に含まれるようになった。
②　アンモニアが大気中に含まれるようになった。
③　一酸化炭素が大気中に含まれるようになった。
④　無機物から有機物が生成されるようになった。
⑤　分子量の大きい無機物が生成されるようになった。

問2　文中の(　ア　)に当てはまる語句として適切なものを，次の①～⑤の中から選びなさい。

①　硫化水素　　②　二酸化炭素　　③　アミノ酸
④　ヌクレオチド　　⑤　糖

問3　下線部(b)の形成に関する説明として適切なものを，次の①～⑥の中から選びなさい。

①　シアノバクテリアが放出した二酸化炭素が，土壌中の鉄と反応して形成された。
②　シアノバクテリアが放出した二酸化炭素が，海水中の鉄と反応して形成された。
③　シアノバクテリアが放出した酸素が，土壌中の鉄と反応して形成された。
④　シアノバクテリアが放出した酸素が，海水中の鉄と反応して形成された。
⑤　シアノバクテリアの死骸が，土壌中の鉄と反応して形成された。
⑥　シアノバクテリアの死骸が，海水中の鉄と反応して形成された。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問４　文中の(　イ　)に当てはまる語句として適切なものを，次の①～⑥の中から選びなさい。

① 約10億年前のシルル紀　② 約4億年前のシルル紀
③ 約1億年前のシルル紀　④ 約10億年前のカンブリア紀
⑤ 約4億年前のカンブリア紀　⑥ 約1億年前のカンブリア紀

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第38講　進化論

■**進化**　…　生物の形質が世代を経るなかで変化していく現象
生物集団の遺伝的組成が変化していく現象

◆進化の証拠

・化石的証拠

時系列変化　…　ウマの指
中間形化石　…　始祖鳥

・現存する器官の比較

相同器官　…　現在の外見や機能は異なるが，起源が同じ器官
ex　脊椎動物の前肢

相似器官　…　進化的な起源は異なるが，現在の外見や機能が類似する器官
ex　ジャガイモとサツマイモ

痕跡器官　…　退化して機能を失った器官　ex　ヒトの尾骨，虫垂，動耳筋
クジラの後肢の骨

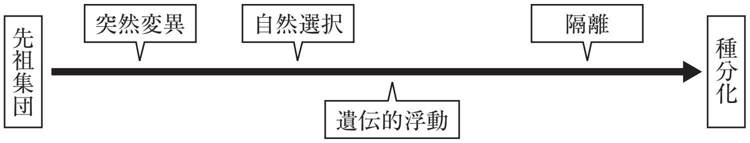
ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■進化の仕組み

…　ある地域に生息する同種の集団がもつ遺伝子の全体を遺伝子プールという。
突然変異によって遺伝子プールに供給された遺伝子の頻度は，自然選択や遺伝的浮動によって変化する。

・進化のしくみ

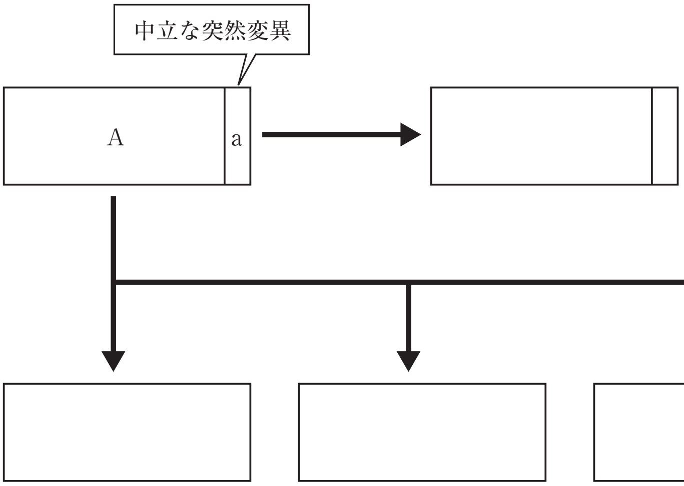


◆自然選択　…　より環境に適した個体の遺伝子が，集団中に広まっていく。（適応進化）
以下の3つの条件が成立すれば，自然選択による進化は必然的に起こる。

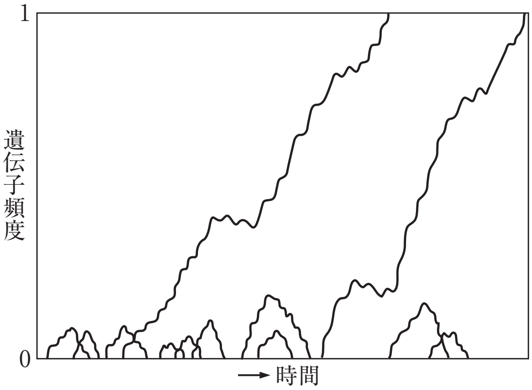
①集団内に変異が見られる。
②変異に応じて生存率や繁殖率に違いがある。
③変異が遺伝する。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆遺伝的浮動　…　分子レベルの変異の多くは中立であり，偶然の作用によっても集団中の遺伝子頻度は変化していく。（中立進化）　ex びん首効果



自然選択だけでは，中立の場合は時間を経ても頻度は変わらないはず。



◆隔離

・地理的隔離　…　地理的に切り離されることで，２集団間の往来がなくなること。

・生殖的隔離　…　生殖行動や生殖シグナルの変化によって，２集団間で交配ができなくなること。

生殖的隔離が完全に成立することで両種は別種となり，種分化が起きたことになる。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第38講　演習問題

生物の進化に関する次の文章を読み，問1～問7に答えよ。

生物が進化するしくみについては，様々な説が提唱されてきた。ラマルクは，1809年に『動物哲学』のなかで，「(a)個体がよく使う器官は発達し，そうでない器官は衰える。そのようにして個体が獲得した形質が遺伝によって子孫に伝わることで，進化が起こる。」と説明した。このラマルクの説は進化論の先駆けとなったが，個体が生存中に獲得した形質の遺伝は現在では否定されている。

ダーウィンは，1859年に著した『　A　』のなかで進化について述べている。それは，「同じ親から生まれた子であっても形質に違いがある。子の間では(b)食物などをめぐる競争が起こり，(c)環境により適した形質をもつ個体が生き残り，より多くの子孫を残す。この繰り返しが進化の要因となる。」と要約できる。このようなダーウィンの説は(d)自然選択説と呼ばれている。また，ワーグナーは，進化の要因として(e)隔離の重要性に気付き，1868年に隔離説を唱えた。同じ種の個体間に生じる形質の差を変異というが，ド・フリースは，オオマツヨイグサの観察から同じ環境下でも変異を起こした個体が現れ，その変異が遺伝することを発見した。それらに基づき，(f)変異が進化には重要とする説を1901年に唱えた。遺伝する変異は遺伝的変異と呼ばれ，日光や肥料などの影響による(　ア　)とは区別される。

問1　文中の『　A　』に適切な書籍名を入れよ。

問2　文中の(　ア　)に適切な言葉を入れよ。

問3　下線部(a)の説は一般に何と呼ばれているか。

問4　下線部(b)と下線部(c)をそれぞれ何と呼ぶか。

問5　下線部(d)の説では競争が重要視されている。しかし，実際の生態系では，生活上の要求が良く似た複数の近縁種が生息場所や活動時間帯を違えることで，競争を避けて共存している場合がある。このような現象を何と呼ぶか。

問6　下線部(e)に関して，進化の要因となる隔離は大きく2つに分けられる。それぞれの名称を答えよ。

問7　下線部(f)の説は一般に何と呼ばれているか。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第38講　確認テスト

次の(a)〜(d)の進化説に関する説明文を読み，下の問1〜問6に答えなさい。

(a)　染色体，または遺伝子の変化により，変異が生じ，新しい形質が現れて進化が起こる。
(b)　DNAの塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列の変化は，表現型の変化に現れないことが多く，ほとんどの生物にとって有利でも不利でもない。
(c)　同一種の集団は，いくつかの小集団に分断されて別々の種へ進化する。
(d)　環境に適応する変異を起こしたものだけが生き残り，子孫を残すことによって進化が起こる。

問１　(a)の進化説の名称として最も適当なものを，次の①〜⑤のうちから1つ選べ。
①　隔離説　②　自然選択説　③　突然変異説　④　用不用説
⑤　中立説

問２　(b)の進化説の名称として最も適当なものを，次の①〜⑤のうちから1つ選べ。
①　隔離説　②　自然選択説　③　突然変異説　④　用不用説
⑤　中立説

問３　(b)の進化説を提唱した人物名として最も適当なものを，①〜⑥のうちから1つ選べ。
①　オパーリン　②　ワグナー　③　ダーウィン　④　木村資生（もとお）
⑤　ラマルク　⑥　ド・フリース

問４　(c)の進化説を提唱した人物名として最も適当なものを，①〜⑥のうちから1つ選べ。
①　オパーリン　②　ワグナー　③　ダーウィン　④　木村資生（もとお）
⑤　ラマルク　⑥　ド・フリース

問５　(d)の進化説を提唱した人物名として最も適当なものを，①〜⑥のうちから1つ選べ。
①　オパーリン　②　ワグナー　③　ダーウィン　④　木村資生（もとお）
⑤　ラマルク　⑥　ド・フリース

問６　(d)の進化説の実例として知られているのはどれか。最も適当なものを，次の①〜④のうちから1つ選べ。
①　オオマツヨイグサの変異型　②　オーストラリアの有袋類
③　マンモスの牙の巨大化　④　イギリス工業地帯のガの工業暗化

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第39講　分子進化，ハーディ・ワインベルグの法則

■ハーディ・ワインベルグの法則

以下の５つの条件を満たす集団（メンデル集団）において，

- 個体の生存率，繁殖率に差がない
- 自由交配である
- 突然変異が起きない
- 個体の流入出がない
- 集団のサイズが十分に大きい

⇒

①遺伝子頻度と遺伝子型頻度の相互計算が可能。
②世代を経ても遺伝子頻度は変化しない。

遺伝子頻度　　遺伝子型頻度

A	a	⟷	AA：Aa：aa
p	q		p^2 ：$2pq$：q^2

あるメンデル集団において，対立遺伝子Ａとａの頻度が0.6と0.4であるとき，

遺伝子頻度　　遺伝子型頻度

A	a	⟶	AA	Aa	aa
0.6	0.4				

別のメンデル集団において，表現型［a］の頻度は0.04である時の集団中の遺伝子頻度

遺伝子頻度　　遺伝子型頻度

A	a	⟵	AA	Aa	aa
			［A］＝0.96		［a］＝0.04

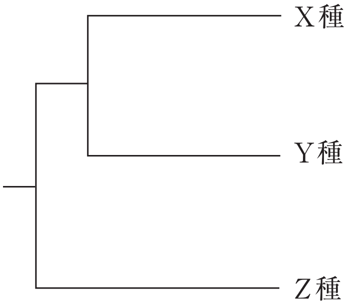
©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■分子時計

…　DNAの塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列が突然変異によって変化していくことを分子進化という。このとき，中立な変異ほど蓄積されやすく，異なる生物種間での配列の変化の度合いをもとに両者の系統関係を把握することができる。

化石などの証拠から，X種とY種が共通祖先から分岐したのが5000万年前であったと推定された。



ある遺伝子において，
XY間の塩基の相違は10個
XZ間の塩基の相違は17個
YZ間の塩基の相違は15個

(1)　1塩基が置換するのに約何年必要か？

(2)　X種とZ種が共通祖先から分岐したのは約何年前か？

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第39講　演習問題

次の文を読み，(1)と(2)の問に答えよ。

現代の進化説につながる考えはダーウィンによって提唱された。ダーウィンは生存に有利な形質をもつ個体が次世代により多くの子を残し，この子孫が集団中に増えることにより進化が起こるという(　a　)説を唱えた。その後，ド＝フリースはオオマツヨイグサの集団中に形質の違うものがあらたに生じ，それが遺伝することを発見し，この現象を(　b　)とよんだ。

このようなことから，(　b　)によって生じた新しい形質をもった個体が(　a　)によって集団中に広まることで進化すると考えられるようになった。この考えでは，生物のさまざまな形質はすべて適応的な進化の産物であるとされる。しかし，DNAやタンパク質などの分子レベルの変異は，生存に有利でも不利でもなく，(　a　)をうけない(　c　)的なものが多い。このような変異の遺伝子は(　d　)によって偶然に集団中に広がることがある。このような考えを(　c　)説といい，木村資生によって提唱された。

このように現代では，(　b　)によって生じた遺伝的変異が(　a　)と(　d　)によって広がり，集団の遺伝子頻度が世代間で変化することが進化の要因と考えられている。さらに，同種の集団が地理的に隔離され，互いに交配できなくなると，それぞれの集団で独自の進化が起こり，遺伝子頻度が変化する。そして長い年月の間に遺伝的変化が大きくなり，再び同じ場所に生育するようになっても交配できなくなる。この状態を(　e　)隔離といい，新しい種が形成された状態となる。このように，一つの種が複数の種に分かれたりすることを(　f　)という。

集団内の遺伝子頻度の変化を野生生物の集団にあてはめて考えることは難しい。そこで，次の五つの条件を満たす仮想集団(メンデル集団)について考える。

①　集団の大きさが十分に大きい。
②　個体によって生存力や繁殖力に差がなく，(　a　)がはたらかない。
③　集団内において(　b　)が起こらない。
④　集団内のすべての個体が(　g　)して子孫を残す。
⑤　他集団との間で個体の移入や移出がない。

この条件を満たす集団であれば，遺伝子頻度は世代間で変化しない。これをハーディ・ワインベルグの法則という。したがって，この条件を成立させない要因が進化の要因であるといえる。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

⑴　文中の（　a　）～（　g　）に適切な語を記せ。

⑵　ある一年生植物には，体内に酵素Xをつくる個体とつくらない個体がある。この形質は一対の対立遺伝子Aとaによって決まり，酵素Xをつくる遺伝子Aがつくらない遺伝子aに対して優性である。この植物のある集団を調べたところ，酵素Xをつくらない個体が全体の4%存在した。この集団ではハーディ・ワインベルグの法則が成立するものとする。次の1)～3)の問に答えよ。

1)　この集団の遺伝子Aとaの遺伝子頻度をそれぞれp，qとする（ただし$p+q=1$）。pの値を小数で答えよ。

2)　この集団において，遺伝子型がヘテロAaの個体の割合［%］を答えよ。

3)　この集団で，遺伝子型aaの個体がすべて死亡したとすると，次世代のa遺伝子頻度はいくらになるか。なお，解答は四捨五入して，小数点第二位まで求めよ。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第39講　確認テスト

〔A〕 地球は約［ア］億年前に誕生し，それから約6億年後に原始生命が誕生したと考えられている。原始の海では，酸素はほとんど含まれていないが有機物は多く蓄積されていたため，地球上に最初に現れた生物は(1)有機物を利用して［イ］的な過程によりエネルギーを獲得する原核生物と考えられている。また，メタンや水素などを化学反応させたときに放出されるエネルギーを利用する(2)化学合成細菌も存在していたと考えられている。約27億年前には光エネルギーを使って有機物を合成する(3)シアノバクテリアが出現し，二酸化炭素が消費され大量の酸素が海水中に供給されるようになり，その数億年後には(4)海水中に溶けた酸素を積極的に利用して［ウ］的な呼吸を行う原核生物が出現した。約20億年前には(5)真核生物が出現し，さらに約5億年前には生物に有害な［エ］を吸収するオゾン層が形成され，生物が水中から陸上へ進出できるようなった。その後も生物は絶滅と進化を繰り返しながら，現在のような膨大な数の生物種が生み出されてきた。

問1　文中［ア］～［エ］にあてはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを，次の中から1つ選べ。

	ア	イ	ウ	エ
①	38	好　気	嫌　気	紫外線
②	46	好　気	嫌　気	赤外線
③	38	好　気	嫌　気	赤外線
④	46	嫌　気	好　気	紫外線
⑤	38	嫌　気	好　気	紫外線
⑥	46	嫌　気	好　気	赤外線

問2　先カンブリア時代の地層からは，ストロマトライトという層状構造をもった岩石が発見されている。ストロマトライトは，下線部(1)～(5)のうちどの生物の存在を示すものか。最も適当なものを，次の中から1つ選べ。

①　(1)　　②　(2)　　③　(3)　　④　(4)　　⑤　(5)

問3　下線部(5)の真核生物の起源を説明する仮説としては，細胞内共生説が最も有力である。この説によると，植物細胞のミトコンドリアと葉緑体の起源は，下線部(1)～(4)の生物のうちどれになるか。組み合わせとして最も適当なものを，次の中から1つ選べ。

	ミトコンドリア	葉緑体		ミトコンドリア	葉緑体
①	(1)	(2)	②	(1)	(3)
③	(2)	(2)	④	(3)	(3)
⑤	(4)	(2)	⑥	(4)	(3)

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

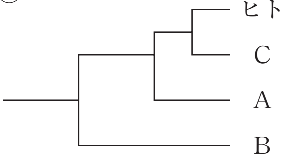
〔B〕 下の表は，ヒト，動物A, B, Cについてヘモグロビンのα 鎖のアミノ酸配列を比較し，2生物種間で異なるアミノ酸の数を示したものである。ヘモグロビンのα 鎖のアミノ酸の変化は，生物種に関係なく一定の速度でおきるものとする。

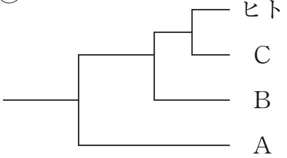
	ヒト	A	B	C
ヒト				
A	37			
B	79	84		
C	17	43	75	

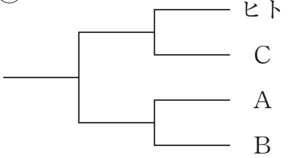
問４　下線部のことを利用して生物種が分岐した年代を推定することができる。これは一般に何という考え方か。最も適当なものを，次の中から1つ選べ。

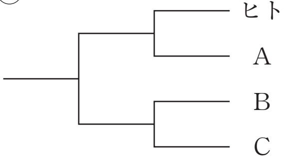
①　遺伝的浮動　②　遺伝的多様性　③　生物時計
④　分子時計　⑤　種間相互作用

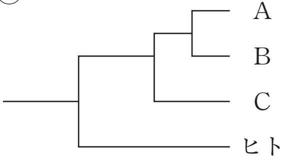
問５　ヘモグロビンのα 鎖のアミノ酸置換数をもとに作成した系統樹として最も適当なものを，次の中から1つ選べ。

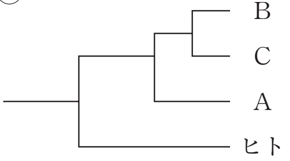
①


②


③


④


⑤


⑥


問６　ヒトと動物Cの共通祖先が分岐したのは，約7,500万年前と考えられている。ヘモグロビンのα 鎖の1個のアミノ酸が変化するのに約何万年かかることになるか。最も適当なものを，次の中から1つ選べ。

①　90万年　②　200万年　③　440万年　④　660万年　⑤　880万年

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第40講　生物の系統

■生物の分類

◆分類の階級　…　ドメイン　界　門　綱　目　科　属　種

分類上の単位(現在200万以上の種が確認。半分以上を昆虫類が占める。
他の集団から生殖的に隔離されている，相互に交配可能な自然集団

ex　ヒト

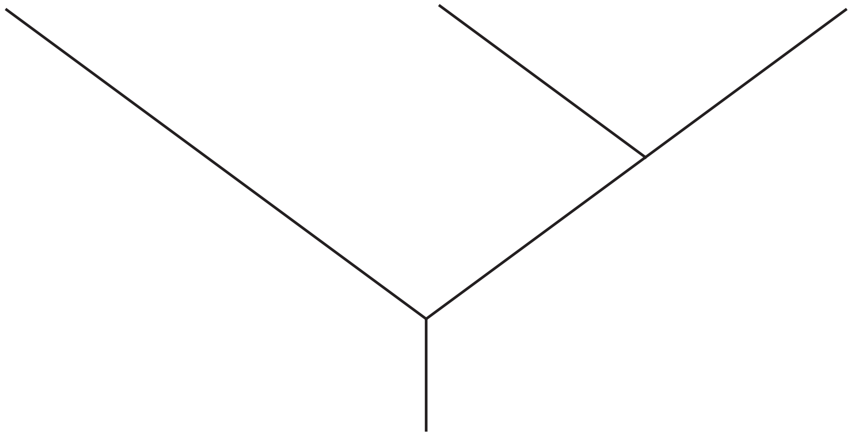
ドメイン　界　門

綱　目　科　属

◆学名　…　世界共通の種名　二名法によりラテン語で表現される
リンネにより確立，種名を属名＋種小名(種形容詞)で表記
ex　ヒト　*Homo*　*sapiens*　*Linne*

◆ドメイン　…　全生物は，細菌ドメイン，古細菌ドメイン，真核生物ドメインに分けられる。

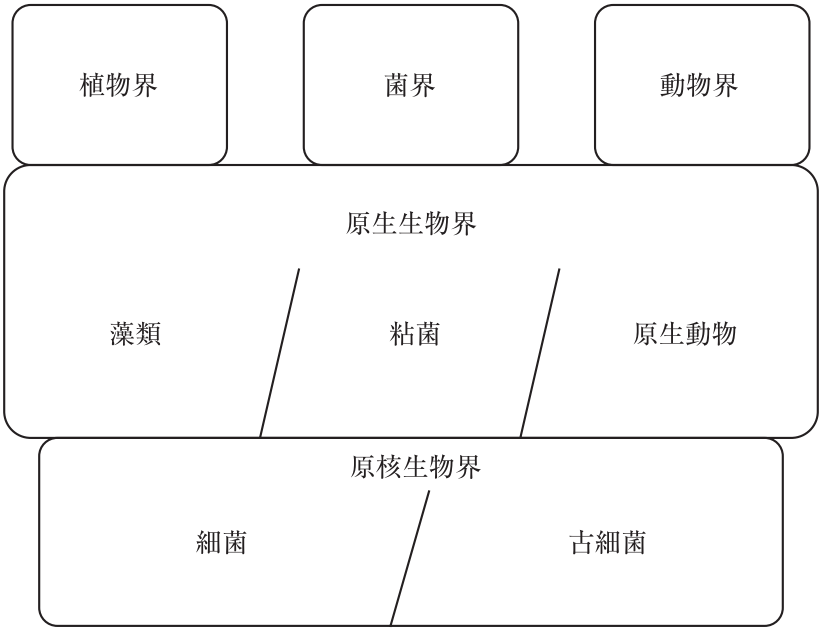
細菌ドメイン	古細菌ドメイン	真核生物ドメイン
大腸菌	メタン生成菌	原生生物
乳酸菌	超好熱菌	菌，植物
シアノバクテリア	高度好塩菌	動物



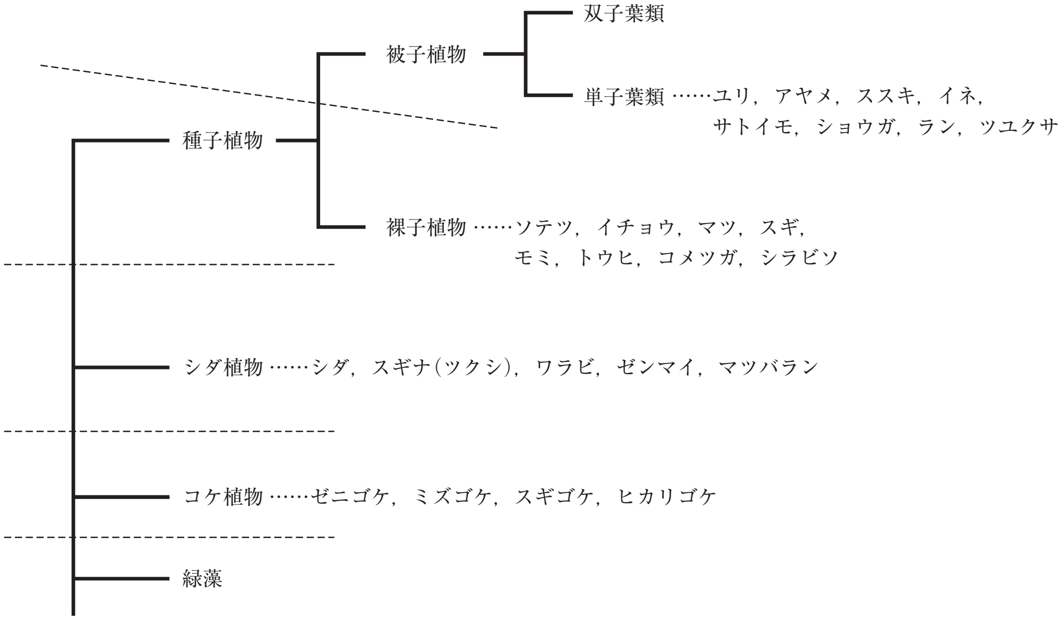
ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■**五界説**　…　ホイッタカーにより提唱，マーグリスらにより改良



◆植物界　…　真核生物のうちで，体制が複雑。光合成を行い，運動性が乏しい。



・植物の進化　⟶　乾燥耐性の獲得

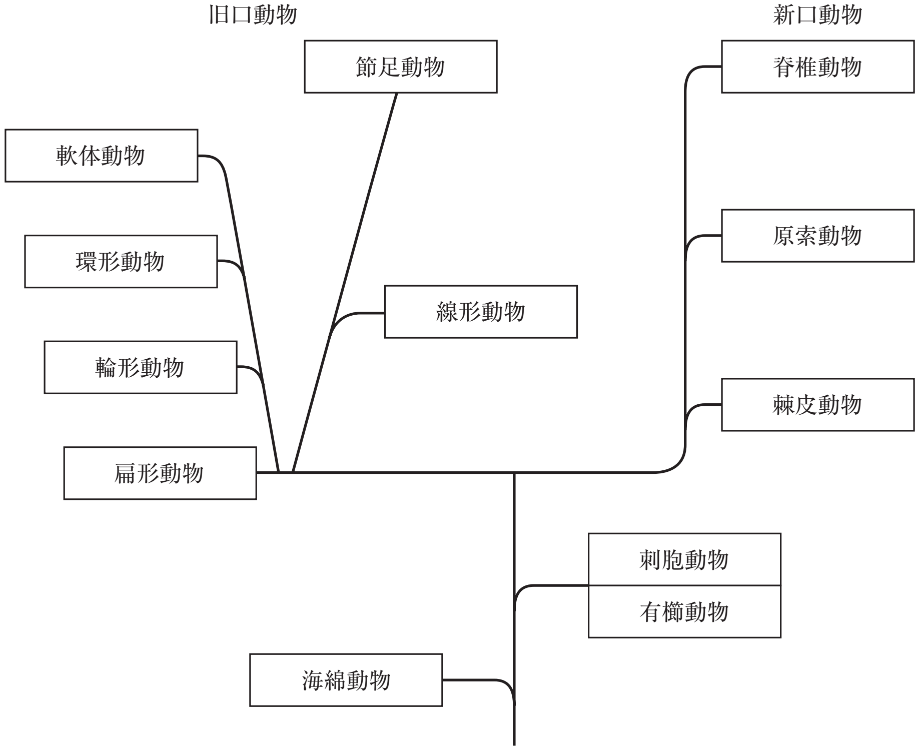
・クチクラの発達　・維管束の獲得　・種子による生殖

・子房に包まれた胚珠　・花粉管による雄性配偶子の輸送

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆動物界　…　真核生物のうちで，他の生物やその生産物を食べる従属栄養生物，運動性のある多細胞生物



海綿動物　カイメン
刺胞動物　ヒドラ，イソギンチャク，クラゲ，サンゴ
有櫛動物　クシクラゲ
棘皮動物　ヒトデ，ナマコ，ウニ
原索動物　ナメクジウオ，ホヤ
脊椎動物　哺乳綱，鳥綱，爬虫綱，両生綱，魚綱
扁形動物　プラナリア，サナダムシ
輪形動物　ワムシ
環形動物　ゴカイ，ミミズ，ヒル
軟体動物　サザエ，カタツムリ，ナメクジ，タコ，イカ
線形動物　センチュウ，カイチュウ
節足動物　昆虫綱，甲殻綱，クモ綱，多足綱

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第40講　演習問題

生物は，主に細胞壁の有無によって，植物界と動物界の2つに分けられていた。しかし，生物は多種多様であり，研究の発展にともなって，この二界説に対する見直しが進んできた。現在は基準のとり方によって，三界説(ヘッケル)，五界説(ホイッタカー，マーグリス)などの考え方がある。五界説では生物を$_{\mathrm{A}}$植物界，(　①　)，$_{\mathrm{B}}$動物界，(　②　)，原核生物(モネラ)界の5つの界に分けている。(　①　)は従属栄養で胞子によって繁殖する生物のグループであり，(　②　)は真核生物のなかで単細胞生物やからだの構造が単純な生物のグループであり，独立栄養を行う藻類も含まれる。

18世紀中ごろ，リンネは分類の体系をつくりあげた。リンネの提唱した分類階級は「種」をもとに類縁関係を示したもので，界の方から順に，界・(　③　)・(　④　)・目・(　⑤　)・(　⑥　)・種の各階級に分けられる。また，リンネは学名について下のイネの例に示すように，(　⑦　)と(　⑧　)をこの順に並べ，最後に命名者名を付記する(　⑨　)を考案した。(　⑦　)と(　⑧　)はラテン語やラテン語化したギリシャ語などが用いられ，一般的にイタリック体で記し，命名者名は省略されることもある。

イネ：*Oryza sativa* Linné

問(1)　文中の空欄(　①　)～(　⑨　)に適切な語句を入れよ。なお，同じ番号は繰り返し使用されていることを示す。

問(2)　和名では「ヒト」と表される生物の学名をアルファベットで答えよ。なお，命名者名は記述しなくてよい。

問(3)　文中の(　①　)と(　②　)に含まれる生物を下のア～コからそれぞれ2つずつ選び，記号で答えよ。

ア．大腸菌　　イ．アカパンカビ　　ウ．ネンジュモ
エ．ワムシ　　オ．シイタケ　　カ．イチョウ
キ．ミドリムシ　　ク．スギゴケ　　ケ．ヒトデ
コ．アメーバ

問(4)　下線部Bに含まれる生物の多くは旧口動物と新口動物に大別される。発生過程における両者の違いについて句読点を含めて80字以内で述べよ。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第40講　確認テスト

生物の進化と系統に関する次の文章を読んで，問1〜4に答えなさい。ただし，文章中と図中の同じ記号は，同じ語句を示している。

生物の分類は，「種」を基本単位として行われる。「種」は，類似性の程度にもとづき，より大きなグループにまとめられる。形質がよく似た「種」は「属」にまとめられ，さらに，高次の段階として，下位から上位の順に，「［ア］」，「目」，「［イ］」，「［ウ］」，「界」などが設けられて整理，分類される。DNAの塩基配列に基づく(a)分子系統樹を用いた解析が一般的になる以前には，五界説が使われてきた。しかし，すべての生物が持つリボソームRNAの塩基配列をもとに系統樹を描くと，生物は，図1のように，細菌ドメイン，［エ］ドメイン，真核生物ドメイン3つのドメインに分けることができることが明らかになった。

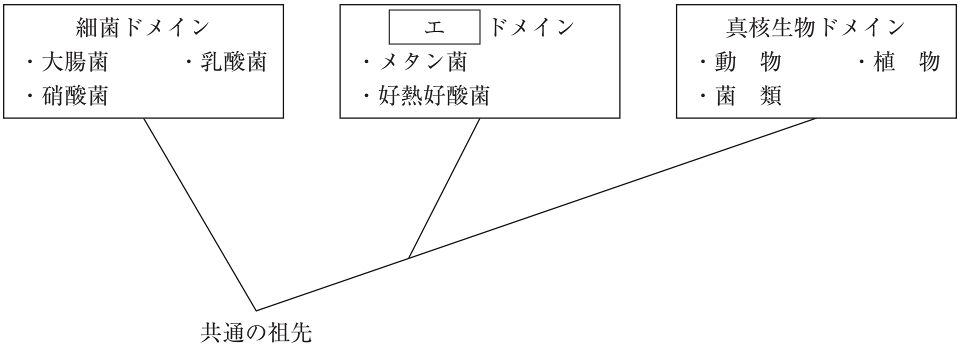


図1

問1　文章中の［ア］〜［ウ］にあてはまる，最も適切な語句の組み合わせを，次の①〜⑥のうちから1つ選びなさい。

	ア	イ	ウ
①	門	科	綱
②	門	綱	科
③	科	門	綱
④	科	綱	門
⑤	綱	門	科
⑥	綱	科	門

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問2　文章中および，図1中の［エ］にあてはまる，最も適切な語句を，次の①～⑥のうちから1つ選びなさい。

①　ウイルス　②　バクテリオファージ
③　原生細菌　④　原始細菌
⑤　古細菌（アーキア）　⑥　枯草菌

問3　光合成を行うシアノバクテリア，および，従属栄養で運動性の高いゾウリムシはそれぞれどのドメインに属するか。その最も適切な語句の組み合わせを，次の①～⑨のうちから1つ選びなさい。

	シアノバクテリア	ゾウリムシ
①	細菌ドメイン	細菌ドメイン
②	細菌ドメイン	植物ドメイン
③	細菌ドメイン	真核生物ドメイン
④	植物ドメイン	細菌ドメイン
⑤	植物ドメイン	植物ドメイン
⑥	植物ドメイン	真核生物ドメイン
⑦	真核生物ドメイン	細菌ドメイン
⑧	真核生物ドメイン	植物ドメイン
⑨	真核生物ドメイン	真核生物ドメイン

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問４　下線部(a)の，分子系統樹を用いた解析によって，それ以前の動物の形態によるものとは異なる，さまざまな動物の系統関係が明らかになってきた。次の図２の分子データによる系統樹の［A］～［D］にはどの動物が当てはまるか，最も適切な動物の組み合わせを，次の①～⑨のうちから１つ選びなさい。

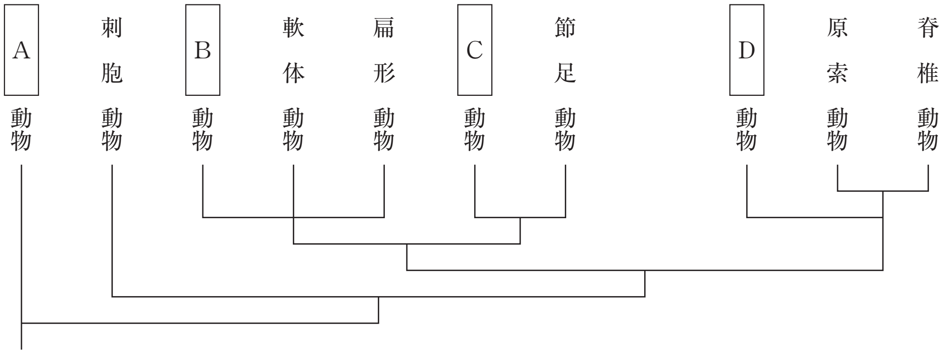


図２

	A	B	C	D
①	キョク皮	海　綿	環　形	線　形
②	キョク皮	線　形	環　形	海　綿
③	キョク皮	環　形	線　形	海　綿
④	線　形	キョク皮	海　綿	環　形
⑤	線　形	環　形	キョク皮	海　綿
⑥	線　形	海　綿	環　形	キョク皮
⑦	海　綿	環　形	線　形	キョク皮
⑧	海　綿	線　形	環　形	キョク皮
⑨	海　綿	キョク皮	環　形	線　形

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

テキスト解答

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第21講　演習問題

問１　7
問２　2
問３　5
問４　3
問５　1
問６　(i)　8　　(ii)　1

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第22講　演習問題

(1)　1)　⑥

　　 2)　②

　　 3)　①

　　 4)　④

(2)　④

(3)　②

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第23講　演習問題

(1)　原口

(2)　ウ)

(3)　イ)

(4)　①　イ)　　②　ウ)　　③　エ)

(5)　①　f)　　②　j)　　③　g)

(6)　1)　胚の色が違うので，分化した部位がどちらの移植片に由来するか容易に識別できるから。(40)

2)　a)

3)　外胚葉のそれぞれの胚域は，初期原腸胚から初期神経胚の間に発生運命が決まる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第24講　演習問題

問１　⑤

問２　④

問３　中胚葉性　①　　内胚葉性　⑧

問４　①，⑦

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第25講　演習問題

問１　①
問２　①
問３　③
問４　④
問５　⑥
問６　⑤
問７　④
問８　②
問９　発生に必要な栄養分を一箇所に集中させる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第26講　演習問題

問１　①

問２　③

問３　③

問４　②

問５　g　④　　h　②

問６　③

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第27講　演習問題

問１　③
問２　③
問３　①
問４　⑤
問５　④
問６　受容細胞の感覚毛によって刺激を受容している。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第28講　演習問題

1．⑴　④　⑵　⑥　⑶　②　⑷　⑤　⑸　①

2．⑴　⑩　⑵　①　⑶　⑭　⑷　③　⑸　⑤

3．⑴　①　⑵　⑤　⑶　③

4．⑴　1)　⑩　2)　①

⑵　④

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第29講　演習問題

問１　D

問２　(カ)　静止電位　(キ)　活動電位　(ク)　伝導　(ケ)　伝達

問３　B，D，F

問４　C

問５　C

問６　D

問７　B

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第30講　演習問題

問１　1 脳　2 視床　3 視床下部
4 中脳　5 小脳　6 延髄

問２　(1)　ア シナプス小胞　イ 神経伝達物質
(2)　シナプス前細胞に回収されたり，間隙で速やかに分解される。

問３　(1)　(ウ)
(2)　(エ)

問４　(1)　(イ)，(ウ)
(2)　反射弓

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第31講　演習問題

(1)　1)　⑥

　　2)　⑥

　　3)　③

　　4)　④

　　5)　③

(2)　①

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第32講　演習問題

A.

問１　[1] ⓪　[2] ③　[3] ⑧　[4] ⑥　[5] ④

問２　⑧

問３　②

B.

問４　[6] ⑤　[7] ⑨　[8] ⓪　[9] ⑥

問５　⑤

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第33講　演習問題

Ⅰ

問１　①

問２　①

問３　②

問４　⑦

Ⅱ

問５　③

問６　⑥

問７　④

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第34講　演習問題

問１．(1)　区画法　(2)　成長曲線　(3)　(種内)競争
(4)　密度効果　(5)　環境収容　(6)　相変異
(7)　群生相　(8)　孤独相

問２．標識が行動や生存率に影響を与えない。(18)

問３．(イ)

問４．$X=\dfrac{nL}{M}$

問５．えさや空間の不足，排出物の蓄積 などから1つ

問６．C

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第35講　演習問題

問１　D，E（順不同）
問２　１回目と２回目の捕獲の間に，各個体が均等に混じり合うこと
問３　2000
問４　ア）○　イ）○　ウ）×　エ）○　オ）×
問５　③　食物網　④　生態的地位(ニッチ)　⑤　相利共生　⑥　すみわけ

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第36講　演習問題

問１　1　⑤　2　②　3　③
　　　4　④　5　⑨　6　⑥

問２　③

問３　［生産者］　④　［一次消費者］　⑤　［二次消費者］　⑥

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第37講　演習問題

問１　①
問２　⑥
問３　②
問４　④

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第38講　演習問題

問１　種の起源
問２　環境変異
問３　用不用説
問４　(b)　種内競争（生存競争）　　(c)　適者生存
問５　すみ分け
問６　地理的隔離，生殖的隔離
問７　突然変異説

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第39講　演習問題

(1)　a　自然選択　b　突然変異　c　中立　d　遺伝的浮動
　　e　生殖的　f　種分化　g　自由交配

(2)　1）$p=0.8$　2）32％　3）0.17

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第40講　演習問題

問⑴　①　菌界　②　原生生物界　③　門　④　綱
⑤　科　⑥　属　⑦　属名　⑧　種小名　⑨　二名法

問⑵　*Homo sapiens*

問⑶　①　イ，オ　②　キ，コ

問⑷　旧口動物では，成体の口は原口に由来している。一方，新口動物では，原口から形成されるのは肛門であり，成体の口はその反対側に形成される。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

確認テスト解答

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第21講　確認テスト

問１　A　⑤　　B　③　　C　⑤
問２　②

【解説】

問１

A　ウニの第一卵割は動物極と植物極を通る面で起こる経割である。第二卵割も動物極と植物極を通り，第一卵割面と垂直に交わる面で起こる経割であり，第三卵割は赤道面を通る緯割となる。第三卵割までは等割であるが，第四卵割では，動物半球側の割球では経割が起こり等しい大きさの中割球が8個生じる。一方，植物半球側では不均等な緯割が起こり大割球と小割球が4つずつ生じる。ゆえに，16細胞期以降は異なる大きさの割球に分かれる。

B　桑実胚は割球の数が16～32程度の初期胚であり，外見が桑の実に似ることからその名が付いている。選択肢の中では③が妥当である。①は受精卵，②は16細胞期，④は胞胚，⑤は原腸胚を表している。

C　すでに消化管が完成しており，内部に骨片も発達していることからプルテウス幼生期であると考えられる。まだ特徴的な腕状の構造が伸びきっておらず未発達であることから，プルテウス幼生期の初期であると考えられる。

問２　真核生物のミドリムシも原核生物の大腸菌も分裂によって無性的に生殖する。③の出芽で増える生物として，出芽酵母やヒドラがいる。④の栄養生殖は主に植物が行い，葉などの栄養器官から新しい個体が生じる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第22講　確認テスト

問１　ア　(c)　イ　(a)　ウ　(b)　エ　(j)
　　　オ　(h)　カ　(i)　キ　(l)　ク　(n)

問２　エ　(p)　オ　(o)　カ　(q)

【解説】

問１　発生が進むと，胚内には胞胚腔とよばれる空所ができる。その後，原口から胚の一部が陥入しはじめ，原腸とよばれる新たな空所ができる。ウニでは植物極側に，カエルでは赤道面植物極よりに原口が形成される。原腸の陥入が起こる時期の胚は原腸胚と呼ばれ，この時期に胚の外側をおおう外胚葉，原腸の壁を構成する内胚葉，これらの中間に位置する中胚葉が分化してくる。また，ウニもカエルの新口生物であり，原口が肛門となりその反対側に口が形成される。

問２　カエルの発生において，(エ)の外胚葉からは体表を包む表皮，脳や脊髄などの神経が分化してくる。(オ)の内胚葉からは消化管の上皮と，消化管に付随するすい臓や肝臓，肺などが分化してくる。(カ)の中胚葉は体節と側板に分かれる。体節からは骨格や骨格筋，真皮などが，側板からは心臓や血管，平滑筋などが分化してくる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第23講　確認テスト

問１　D　問２　B　問３　A　問４　G
問５　E　問６　D　問７　E

【解説】

問１　ドイツの発生学者であるフォークトは，無毒な色素でイモリの胚の表面を染色し，その後の発生運命を追跡することで原基分布図を作成した。

問２　図１は，胚がある程度の数の割球に分かれているが，陥入が起こっている様子は観察できないことから，胞胚期であると考えられる。

問３，４　原基分布図は正確に書けるようにしておきたい。(ア)，(イ)は外胚葉であり，(ア)は予定表皮域，(イ)は予定神経域となる。(ウ)，(エ)，(オ)は中胚葉であり，(ウ)は側板域，(エ)は体節域，(オ)は脊索域となる。

問５　図２のａは動物半球側の神経域であり，ｂはそれを裏打ちする脊索域である。また，ｃは内胚葉域であり，ここから消化管や肝臓，すい臓などが分化してくる。

問６　図３のｄは神経管，ｅは表皮，ｆは体節，ｇは脊索となる。図１，２はそれぞれ胞胚期，後期原腸胚の縦断面であり，図３は尾芽胚期の横断面である。

問７　図３のｈは腎節であり，正常に発生が進んだ場合は腎臓に分化する。ｉは側板であり，ここからは心臓や血管，平滑筋が分化する。ｊは内胚葉であり，消化管上皮や肝臓，すい臓などが分化する。

第24講　確認テスト

問1　①　　問2　⑤
問3　⑨　　問4　⑤　　問5　①

【解説】

問1　原口背唇部は，精子の侵入した領域の反対側に形成される灰色三日月環の部分にできるため，①が不適となる。③の内容は細かいものになるが，中胚葉誘導の一つとして覚えておきたい。

問2　原口背唇部や背側の中胚葉は，周囲の外胚葉に作用して神経管の形成を誘導する。水晶体は周囲の表皮に作用して角膜を誘導する形成体である。眼杯も周囲の表皮に作用して水晶体を誘導する形成体である。⑤の網膜は眼杯から分化する組織であり，形成体としては働かない。

問3，4，5　中胚葉の原口背唇部からの誘導によって，神経胚期に動物極側の外胚葉から神経板が発達し，神経管が形成される。尾芽胚期には神経管の分化が進み，前方から前脳，中脳，後脳，さらに後方は脊髄が分化する。また，前脳の一部が膨らみ眼胞が形成される。眼胞は発達して眼杯となり，形成体として表皮に作用し水晶体を誘導する。さらに，水晶体が形成体となり，表皮から角膜を誘導する。また，眼杯は網膜に分化する。このように誘導が連鎖的に起こることで，複雑な眼が形成されていく。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第25講　確認テスト

問1　E　問2　E　問3　B　問4　C　問5　A，D
問6　a：C　b：D　c：A　d：B

【解説】

問1　植物の配偶子形成において，雄しべの先端の葯では花粉母細胞の減数分裂によって花粉四分子が生じる。これらの花粉分子はさらに体細胞分裂によって大きな花粉管細胞と，小さな雄原細胞に分かれる。雄原細胞は花粉管細胞に取り込まれた状態になっている。また，受粉後，雄原細胞は花粉管内で体細胞分裂を行い，2個の精細胞が生じる。

問2　雌しべの胚珠で起こる減数分裂では，胚のう母細胞から胚のう細胞が生じる。胚のう細胞は3回の核分裂と細胞質分裂によって胚のうへと発達する。胚のうは1つの卵細胞とその両端にある2個の助細胞，3個の反足細胞と，2個の極核をもつ中央細胞からなる。

問3　被子植物では，2個の精細胞のうち1つは卵細胞と融合し受精卵に，もう1つの精細胞は中央細胞と受精して胚乳に発達する細胞を生じる。この過程は重複受精とよばれ被子植物固有なものになる。

問4　胚乳では，1つの精細胞と2つの極核の融合によって，核相が$3n$となっている。染色体数が$2n=12$の植物では胚乳の核相は，$3n=18$となるため，Cが正解となる。

問5　葯で起こる減数分裂は，花粉母細胞から花粉四分子が生じる過程である。胚珠で起こる減数分裂は，胚のう母細胞から胚のう細胞が生じる過程である。

問6　幼植物は先端部から，幼芽，子葉，胚軸，幼根と分類される。子葉が2枚観察されることから，この植物は双子葉類であることが分かる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第26講　確認テスト

A．問１　1　⑥　2　④　3　①　4　③

問２　選択肢群Ａ　①　選択肢群Ｂ　③

問３　③

B．問４　8　⑦　9　⑥　10　③　11　⓪　12　⑧

【解説】

問１　眼球に当たった光は角膜と水晶体によって屈折し，網膜の上に像を結ぶ。網膜には視細胞が密に並んでおり，特定の波長の光を受容して興奮する。視細胞の興奮は神経連絡細胞を介して視神経細胞に伝わる。視神経の興奮は大脳に伝えられるが，眼球の内側に伸びた視神経の軸索が束となって網膜を貫いて出ていく場所は，盲斑と呼ばれる。盲斑には視細胞がないため，この部分に光があたっても受容されない。

問２　視細胞は網膜上に一様に分布している訳ではない。視野の中心でとらえた光は網膜の中央部分の黄斑に像を結ぶ。黄斑には錐体細胞が多く分布しているため，最も色が明瞭に区別できる。図の②の位置が黄斑に相当する。一方で盲斑には視細胞が分布していないため，光を受容することができない。図では①の位置が盲斑に相当する。

問３　遠近調節は毛様体とチン小帯，水晶体の連動によって起こる。近くを見るときは，広がる光を集めて網膜上に像を結ばねばならない。そのために，毛様体が収縮することでチン小帯がゆるむ。その結果，水晶体の厚さが増し光を集めやすくなる。一方で，遠くを見るときは，毛様体が弛緩し，チン小帯が緊張，水晶体の厚さが薄くなることで焦点距離が長くなる。

問４　明暗調節は，虹彩によって行われる。周囲が明るいときには，虹彩の瞳孔括約筋が収縮することで瞳孔が小さくなり，眼球に入る光の量を少なくすることができる。また，光が強いと，視細胞内の光を受容する色素の再合成が間に合わなくなるため，視細胞の光に対する感度が下がる。これは明順応と呼ばれる。逆に暗い場所では視細胞内の光受容色素の濃度が高くなるため，視細胞の光に対する感度が上がる。これは暗順応と呼ばれる。暗所では，まず明所で働いていた錐体細胞の感度が上昇するが，錐体細胞はあまり感度を高くすることができない。続いて，桿体細胞の感度がより上昇することで暗所でも十分に見られるようになる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第27講　確認テスト

問1　D　問2　C　問3　B　問4　E　問5　C

【解説】

問1　ヒトの耳は，外耳，中耳，内耳に分かれ，内耳には聴覚の受容器であるうずまき管，平衡覚の受容器である半規管と前庭が存在する。音は外耳の耳殻で集められ，外耳道を通って鼓膜を振動させる。その振動は中耳の耳小骨を介して内耳のうずまき管に伝えられる。うずまき管の振動は基底膜を揺らし，基底膜上のコルチ器によって振動は興奮に変換され，聴神経を介して大脳に伝えられる。

問2　ヒトの耳小骨は3つで構成され，外耳側から内耳側に向けて，つち骨，きぬた骨，あぶみ骨と呼ばれる。耳小骨によって鼓膜の振動は増幅され，うずまき管に伝えられる。

問3　うずまき管内はリンパ液で満たされており，耳小骨からの振動はうずまき管の卵円窓を介してリンパ液に伝わる。リンパ液の振動は前庭階，鼓室階を経て，最終的には基底膜を揺らす。基底膜は音の高さによって振動する位置が異なり，高い音では卵円窓に近い基部側の基底膜が，低い音ではうずまき管の先端側の基底膜が振動する。

問4　受容できる音の高さの範囲を可聴域といい，ヒトの可聴域は20〜20000Hz（ヘルツ）となる。可聴域は年齢とともに変化し，高齢になると高い音ほど受容できなくなる。また，多くの動物は20000Hz以上の超音波も受容することができる。

問5　平衡覚の受容器である前庭は，からだの傾きを受容することができる。前庭の内部には感覚毛とその上に乗った平衡砂があり，からだが傾くと平衡砂が特定の方向に感覚毛を押すため，からだの傾きを感知できる。また，半規管はからだの回転を感知するための受容器である。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第28講　確認テスト

問１．(1) (ウ)　(2) (イ)　(3) (ア)　(4) (ウ)　(5) (ア)
問２．(エ)
問３．(オ)

【解説】

問１　骨格筋を顕微鏡で観察すると，明るく見える明帯と暗く見える暗帯が交互に規則的に並んでいる横紋が観察できる。この横紋はサルコメア(筋節，筋単位)と呼ばれる。サルコメアは細いアクチンフィラメントと太いミオシンフィラメントが規則的に並んでおり，筋収縮の最小単位となる。

運動神経の末端まで興奮が伝導してくると，シナプス小胞の膜がシナプス前細胞の細胞膜と融合することで神経伝達物質がシナプス間隙に放出される。神経伝達物質を受け取った筋細胞ではナトリウムイオンの流入によって正の膜電位が発生し，活動電位が生じる。その興奮が筋小胞体に伝わると，筋小胞体からCa^{2+}が放出される。Ca^{2+}はアクチンフィラメントのトロポニンに結合し，フィラメントの滑り込みを促す。

問２　Ca^{2+}がアクチンフィラメントのトロポニンに結合すると，アクチンフィラメントとミオシンフィラメントの相互作用が可能になり，ミオシンフィラメントの端部がATP分解酵素として働く。ATPの分解によって生じたエネルギーを利用して，ミオシンフィラメント間にアクチンフィラメントが滑り込むことでサルコメアが短くなる。このとき，アクチンフィラメントもミオシンフィラメントも長さは変わっていない。

問３　運動神経の末端から放出される神経伝達物質はアセチルコリンである。骨格筋の筋繊維の細胞膜には，アセチルコリン受容体が存在する。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第29講　確認テスト

問1　A　②　B　⑥
　　ア　⑤　イ　⑥　ウ　③　エ　⑪　オ　⑧
　　カ　④

問2　③　問3　③　問4　①　問5　②　問6　③

【解説】

問1　刺激を受けていないニューロンで細胞外に対する細胞内の電位を測ってみると，－50から－90mVの電位を示す。これを静止電位という。ニューロンに閾値以上の刺激を与えると，瞬間的に内側の電位が約100mV上昇する。これを活動電位という。ニューロンに活動電位が生じることを興奮とよび，興奮が軸索に沿って伝わっていくことを興奮の伝導とよぶ。興奮が軸索の末端に達すると，軸索の末端のシナプス小胞から神経伝達物質が放出され，そのニューロンに隣接した細胞に興奮が伝えられる。これを興奮の伝達という。

問2　単一のニューロンを刺激した場合，その刺激の強さがある値以下の強さであればニューロンに活動電位は生じないが，ある値以上の強さであればニューロンは活動電位を生じる。また，さらにそれ以上の強さで刺激した場合も生じる活動電位の大きさは変わらない。これを全か無かの法則という。ニューロンに興奮を生じさせる最小の刺激の大きさを閾値という。

問3　実験的に軸索の中央を刺激した場合，興奮はその発生した位置から両方向に広がっていく。これは，興奮が生じた部分から，その両側の静止部に対して活動電流が流れるためである。

問4　興奮がいったん終了した箇所では，Na^{+}の流入とK^{+}の流出が起こったことで膜の内外でイオンのバランスが静止電位の状態と異なっている。そのため，刺激を受けても興奮が生じない状態にあり，これを不応期と呼ぶ。この不応期があることで，興奮が逆方向にもどることがなくなっている。

問5　軸索が髄鞘で包まれている神経繊維を有髄神経繊維，包まれていない神経繊維を無髄神経繊維という。有髄神経繊維では，髄鞘が絶縁性であるため，活動電流が髄鞘の隙間のランビエ絞輪間を流れることになり，興奮が飛び石状にランビエ絞輪でのみ生じる。そのため，伝導速度が非常に速く，このような伝導は跳躍伝導と呼ばれる。また，軸索の太さも伝導速度に影響し，軸索が太いほうが伝導速度は大きくなる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問６　伝達の際にシナプス間隙に放出された神経伝達物質は，間隙を拡散しシナプス後細胞の樹状突起や細胞体の細胞膜上に存在する受容体に結合する。シナプス小胞は軸索末端側にのみ存在するため，伝達の方向は軸索末端から樹状突起側の一方向のみとなる。放出された神経伝達物質は酵素によって分解されたり，細胞に取り込まれれたりして短時間でシナプス間隙から消失する。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第30講　確認テスト

問１　ア　1　イ　5　ウ　4

問２　1

問３　(1)　7　(2)　8

問４　3

【解説】

問１　ヒトの中枢神経系は，大脳・間脳・中脳・小脳・延髄・脊髄にわけられる。間脳・中脳・延髄は合わせて脳幹とよばれており，生命維持に必要な器官の集合体となっている。間脳は視床と視床下部に分かれ,特に視床下部は恒常性や自律神経系の中枢となる。中脳は，姿勢の維持・眼球運動の制御の中枢であり，延髄は呼吸や心臓の拍動の調節など生命維持に欠くことのできない重要な機能の中枢である。

問２　大脳では，皮質の部分が灰白質，髄質が白質となっている。灰白質の部分には神経細胞の細胞体が集まっており，白質の部分には軸索が密集している。軸索が密集している部分が白く見える理由は，髄鞘は白く見えるためである。脊髄では，皮質が白質，髄質が灰白質となっており，脳と逆転しているところに注意したい。

問３　脳の中央を横切るように中央溝と呼ばれる大きな溝がある。この中央溝の前方側(H)に随意運動の中枢が，後方側(G)に皮膚感覚の中枢が存在する。また，Dが聴覚，Eが視覚の中枢であることも覚えておきたい。

問４　しつがい腱反射は,脊髄が中枢となる脊髄反射の一種である。太ももの伸筋の中に,筋の進展の度合いを測る受容器である筋紡錘が存在し，意図しない急激な筋の伸長に対して反応する。筋紡錘で生じた興奮は感覚神経に伝わり，脊髄で介在神経を経ずに運動神経に連絡する。運動神経は太ももの伸筋の収縮を促すことで筋の急激な進展にすみやかに対応している。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第31講　確認テスト

A　⑤
B　ア　①　　イ　④　　ウ　⑤

【解説】

A　動物は，環境からの特定の刺激に対して，生まれながらに備わった典型的な行動を起こす場合がある。これは，生得的行動と呼ばれ，走性や反射，固定的動作パターンなどが含まれる。一方で，動物が経験によってその行動の仕方を変えていく場合もあり，これは学習と呼ばれる。学習には，繰り返しの無害な刺激に対して反応がなくなる“慣れ”や成功と失敗を繰り返すなかで妥当な行動を行えるようになる“試行錯誤”などがある。そのほかにも，強い刺激を受けることで閾値が小さくなる“鋭敏化”や特定の刺激と生得的な反射が組み合わさる“条件付け”などが学習に含まれる。

B　えさ場から巣に戻ったミツバチは，8の字ダンスによって他個体にえさ場の方向と距離を伝える。8の字ダンスは，巣箱内の垂直な壁で行われ，巣から見た太陽の方向に対してえさ場の方向がなす角度を，鉛直方向上向きの方向に対するダンスの直進方向の角度として伝える。巣とえさ場の距離が近いほどダンスにおいて直進する頻度が多くなる。また，えさ場と巣の距離が近い場合は，円形ダンスになる。

(ア)　えさ台アは太陽の方角にあることから，太陽とえさ場の方向のなす角度は0度となる。これを8の字ダンスで表現した場合は，鉛直方向上向きに直進することになる。ゆえに，①が正しい。

(イ)　えさ場イが西にあり太陽が南東にあることから，太陽に対してえさ場の方向のなす角度は右に135度となる。これを8の字ダンスで表現した場合は，鉛直方向上向きに対して右に135度傾いて直進することになる。ゆえに，④が正しい。

(ウ)　えさ場ウが南にあり太陽が南東にあることから，太陽に対してえさ場の方向のなす角度は右に45度となる。これを8の字ダンスで表現した場合は，鉛直方向上向きに対して右に45度傾いて直進することになる。ゆえに，⑤が正しい。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第32講　確認テスト

問１　C
問２　C
問３　(a)　B　(b)　B
問４　B，E
問５　あ　E　い　B　う　B　え　C

【解説】

問１　植物を暗所で横に寝かせると，茎は上方に向かって屈曲し，根は下方に向かって屈曲する。この場合，重力刺激の源は地球の中心と考えるため，茎は刺激源から離れる方向に屈曲する負の重力屈性，根は刺激源に近づく方向に屈曲する正の重力屈性を示すと表現する。

問２　植物の屈性には，植物ホルモンの1種であるオーキシンが関与している。オーキシンは根や茎に対して成長促進作用を持つが，最適濃度が存在するため高濃度のオーキシンでは成長が抑制される。光や重力の刺激を受けてオーキシンは植物体の中で局在するようになるため，刺激の方向に応じた屈曲を示すことになる。

問３，４　植物体を横にした場合，茎でも根でもオーキシンは重力方向下側に偏る。根はオーキシン感受性が高いため,根の下側が高濃度のオーキシンによって成長が抑制され,その結果，根は下方に屈曲することになる。一方，茎の感受性は低いため，茎の下側が高濃度のオーキシンによって成長が促進され，その結果，茎は上方に屈曲することになる。

問５　一般的な植物ホルモンの名称と作用は把握しておきたい。

- オーキシン　…　細胞の成長促進，頂芽優勢，
  カルスから根の分化，離層の形成抑制(落葉，落果の抑制)
- サイトカイニン…　細胞分裂促進，カルスから茎，葉の分化
  老化抑制
- ジベレリン　…　細胞の伸長成長促進
  子房の発達促進，休眠打破(発芽促進)
- エチレン　…　果実の成熟促進，離層の形成促進
  伸長抑制(肥大成長)
- アブシシン酸　…　気孔の閉鎖，芽や種子の休眠維持
  エチレンの合成誘導
- ジャスモン酸　…　傷害応答

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第33講　確認テスト

問１　ア　④　　イ　②　　ウ　⑦　　エ　⓪
問２　a　⑤　　b　⑥
問３　②，④，⑥（順不同）

【解説】

問１　日長が一定の長さ以上になると花芽を形成する植物を長日植物といい，春咲きのホウレンソウやコムギなどがある。一方で，日長が一定の長さ以下になると花芽を形成する植物を短日植物といい，秋咲きのアサガオやダイズなどがある。長日植物のなかには，長日条件の他に一定期間の低温にさらされることで花芽形成が促進されるものがいる。このような現象を春化という。

問２　日長は，葉に存在するフィトクロムという色素タンパク質によって受容される。フィトクロムには赤色光吸収型と遠赤色光吸収型の二つの型があり，条件に応じて可逆的に変化することで日長条件を把握することができる。また，植物にとって適切な日長条件が与えられると，葉では花成ホルモンのフロリゲンが合成される。フロリゲンは師管を通じて芽に作用し，花芽の形成を促進する。

問３　植物は明期の長さでなく，連続暗期の長さを感知して花芽形成の促進，もしくは抑制を行っている。長日植物は，与えられた連続暗期が限界暗期よりも短い場合に花芽を形成する植物であり，短日植物は与えられた連続暗期が限界暗期よりも長い場合に花芽を形成する植物である。短日植物において，連続暗期の途中に光を照射して限界暗期以下の長さに分断するとかが形成は起きない。中性植物は日長以外の条件によって花芽を形成する植物であり，トマトやキュウリなどがある。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第34講　確認テスト

問1　ア　⑧　イ　⑤　ウ　②　エ　①　問2　②，⑤　問3　①，④
問4　オ　⑤　カ　⑥　キ　⑧　問5　⑤　問6　①，⑤

【解説】

問1　ある一定空間に生活する同種の生物の集団は個体群と呼ばれる。個体群を構成する個体の数や密度の増加を表したグラフは成長曲線と呼ばれる。成長曲線は，個体群密度が小さいときは指数関数的な増加をするが，個体群密度が高くなるにつれて増加率は減少し，最終的には環境収容力に収束する。これは，個体群密度の変化が出生率や死亡率などに影響を与えた結果であり，このような影響を密度効果という。

問2　個体群密度が増加するほど，その増加率を減少させるような密度効果が働くようになる。具体的には，生育環境の栄養分や生活空間の不足，老廃物の影響，感染症のリスクの増加などが挙げられる。同種他個体の外部からの侵入の積極的に排除する空間とは“縄張り”のことであるが，縄張りの面積が増大，減少したとしても，個体群密度が収束につながる訳でない。③⑥は不適となる。

問3　①，②について，ワタリバッタでは，個体群密度の影響を受けて個体の生理的形態的性質が変化する相変異が見られる。幼虫時の個体群密度が高いと，成虫時には短い後ろあしを持ち群れて生活をする群生相となる。逆に幼虫時の個体群密度が低いと，成虫時には長い後ろあしを持ち単独生活を好む孤独相となる。③では，ゾウリムシとヒメゾウリムシの資源を巡る種間競争が起きており，個体群密度以外の要素が大きく働いている。④，⑤について，ある一定の面積の土地で個体群密度を変えて植物を育てた場合，初期の密度に依らず，最終的に収穫できる量は一定となる。これは最終収量一定の法則と呼ばれる。

問4　ある時期に生まれた個体群が，時間の経過に伴ってその数を減らしていく過程を表したグラフは生存曲線と呼ばれる。生存曲線には,その生物種の生態が大きく反映され,初期の死亡率が低い方から，晩死型，平均型，早死型に大別される。

問5　図1のⅢ型を示す生物の相対年齢30齢での生存個体数は4であり，性比は1：1であることから，生存しているメスは2個体となる。個体群の大きさが維持されるためには，出生時に1000個体が必要となるため，1個体あたりの産卵数は500個となる。

問6　Ⅲ型を示す生物は，小さい卵を多数産むものが多く，海産無脊椎動物や魚類，昆虫などが含まれる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第35講　確認テスト

問１　④
問２　③
問３　①
問４　①

【解説】

問１　1種のみで単独培養した場合，個体数は徐々に増加していくが，いずれその増殖率は小さくなり，上限(環境収容力)に至るとそれ以上の増加は見られなくなる。これは，個体群密度の増加が増殖を妨げる方向に作用するためであり，養分や生活空間の不足，老廃物の蓄積などの影響が挙げられる。実験１では毎日同じ量の餌を与えていることから，①は考えにくい。②は増殖が緩やかになる理由にはならない。③は上限に至った後の状況であり，増加が緩やかになる理由としては不適切である。

問２　実験2では，最終的にはＢ種のゾウリムシは存在しなくなっているため，Ａ種のみを単独で培養して場合と変わらない。上限の数は容器の大きさや毎日加えられる餌の量によって決まると考えられるため，実験1の個体数は実験2の個体数と等しい。

問３　実験3ではＢ種とＣ種のすみ分けによって共存が可能となっているが，毎日加える餌の量は実験1と変わらない。実験3でＢ種が利用できている餌の量は実験1の場合よりも当然少なくなるため，実験1のＢ種の個体数は実験3のＢ種の個体数より多くなる。

問４　実験1，2ともにＡ種の個体数は増加し，やがて上限となる一定の個体数に至るとそこから増減しなくなる。実験1，2どちらもＡ種の最終的な増加速度は0になることから，①か⑤に絞られる。実験2では，Ａ種は餌を巡ってＢ種と競争しているため，上限の個体数に至るまでの時間は，単独で培養している実験1よりも長くなるはずである。点線(実験2)で増加速度が0になるまでに時間を要している①が正解となる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第36講　確認テスト

問１　③
問２　③
問３　⑧
問４　⑦

【解説】

問１　植物などの生産者の光合成によって作られた有機物の総量を総生産量という。また，総生産量から呼吸量を引いたものを純生産量といい，そこから枯死量と被食量を引いたものが成長量となる。

問２　図１より，生産者の総生産量は2650g/(m^2・年)，呼吸量が1450g/(m^2・年)であることがわかる。ゆえに，純生産量は，2650－1450＝1200g/(m^2・年)となる。

問３　純生産量から枯死量と被食量を引いたものが成長量となる。図１より，枯死量は枯死体として土壌に移行する670g/(m^2・年)，被食量は消費者に移行する30g/(m^2・年)であるので，成長量は1200から引いた，1200－670－30＝500g/(m^2・年)が成長量となる。成長量は現存量と足し合わさって，翌年の現存量となる。

問４　問われているのは，植物の成長量ではなく，森林全体の有機物蓄積量であることに注意したい。外部から森林に取り込まれる有機物量は，生産者の総生産量のみであるため2650g/(m^2・年)となる。一方，森林から外部に出ていく有機物量は，それぞれの栄養段階の呼吸量の総和であるため，1450＋30＋620＝2100g/(m^2・年)となる。両者の差が，１年間の森林全体の有機物蓄積量となる。ゆえに，2650－2100＝550g/(m^2・年)が正解となる。生産者の成長量だけでなく，土壌に堆積した有機物が50g/(m^2・年)増加している。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第37講　確認テスト

問１　④
問２　①
問３　④
問４　②

【解説】

問１　生物が出現する以前の原始地球において，無機物から有機物が合成されて蓄積していった化学進化と呼ばれる過程があったと考えられている。原始地球の大気組成は，二酸化炭素，窒素，水などであったが，これらからアミノ酸などの単純な有機物が合成され，さらにはペプチドなどの複雑な有機物が合成されていった。このように蓄積していった有機物の中から生物が誕生したと考えられている。

問２　最初に誕生した生物には従属栄養生物と独立栄養生物がいたとされている。このうち，従属栄養生物は化学進化の過程で蓄積した有機物を分解することでエネルギーを得ていたと考えられている。一方で，独立栄養生物は海底の熱水噴出孔から出されるメタンや硫化水素などの還元型物質が酸化される際に生じる化学エネルギーを利用して有機物を合成する化学合成細菌であったと考えられている。

問３　原始地球の大気には酸素が存在しなかったが，およそ27億年前に出現したシアノバクテリアの光合成によって酸素が生じるようになった。生じた酸素は海洋中の鉄イオンと反応し，海底に厚い酸化鉄の層が形成された。これは縞状鉄鉱層と呼ばれている。数億年かけて海洋中の鉄イオンが沈み切った後，大気中の酸素濃度が徐々に上昇し，オゾン層の形成など地球の環境を大きく変えていったと考えられている。

問４　地上に進出した初期の植物としてクックソニアがある。クックソニアは維管束を持たないが，気孔などの地上植物としての特徴が見られる。クックソニアは約４億年前のシルル紀の地層から見つかっている。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第38講　確認テスト

問1　③
問2　⑤
問3　④
問4　②
問5　③
問6　④

【解説】

問1　染色体や遺伝子の突然変異によって，新しい形質や新種が出現することが生物進化の原動力であるとする説を突然変異説といい，ド・フリースによって提唱された。

問2，3　DNAの塩基配列の変化やタンパク質のアミノ酸配列の変化を分子進化という。分子進化の多くは表現型に反映されにくく，生存に有利にも不利にも働かない。このような変異は中立な変異と呼ばれる。自然選択説の考えでは，このような変異は集団中に広がることはないが，実際には偶然の作用により集団中に広がりうる（遺伝的浮動）。このような遺伝的浮動による中立な変異の進化を重要視する説を中立説といい，木村資生によって提唱された。

問4　同一種の集団が，いくつかの小集団に分断されることで種分化が促進されるという説を隔離説という。隔離説はワグナーによって提唱された。隔離には，谷や川などの地理的な影響による地理的隔離と，生殖シグナルや繁殖期のずれによって起こる生殖的隔離がある。

問5，6　より環境に適応した変異をもつ個体が生き残り子を残すことで，集団中にその遺伝子が広まっていく。このような適者生存の原理によって生物の進化が起こるという考えを自然選択説という。自然選択説はダーウィンによって提唱された。自然選択による生物の進化が確認できた例として，イギリス工業地帯のオオシモフリエダシャクとよばれるガの工業暗化が知られている。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第39講　確認テスト

〔A〕 問１　④　　問２　③　　問３　⑥
〔B〕 問４　④　　問５　①　　問６　⑤

【解説】

〔A〕

問１　地球は約46億年前に誕生したといわれている。その後，化学進化の過程を経て，およそ40億年前には生命が誕生したといわれている。原始の地球はほとんど酸素を含まない環境であったため，最初に生まれた生物は，酸素を用いずに有機物を分解してエネルギーを獲得していた従属栄養生物か，自身で有機物を合成する独立栄養生物であったと考えられている。その後，光合成によって酸素を発生するシアノバクテリアが出現，繁栄することで地球の酸素濃度が上昇し，生物に有害な紫外線を吸収するオゾン層が形成されていった。

問２　ストロマトライトは，シアノバクテリアの存在を示すものである。ストロマトライトは内部に層状構造をもった枕状の岩石であり，その表面では現存するシアノバクテリアが生息している。

問３　およそ20億年前に地球上に真核生物が出現したと考えられている。真核生物の進化では，宿主となった原核細胞に好気性細菌が共生することでミトコンドリアが，シアノバクテリアが共生することで葉緑体が獲得されていったと考えられている。

〔B〕

問４　塩基置換やアミノ酸置換などの分子レベルの突然変異には，生存に影響しない中立なものが多く，時間をかけて集団全体に広まっていく。そのため，２つの系統が分岐してからの時間が長いほど両者の塩基配列やアミノ酸配列には相違が多くなる傾向にある。この傾向を利用して，生物種が分岐した年代を推定する方法を分子時計という。

問５　表より，もっとも最近分岐した２種はヒトとＣ種となる。また，Ａ種とＢ種において，ヒトとより近縁なのはＡ種となる。ゆえに，①が正しい。

問６　ヒトとＣ種のヘモグロビンでは17個のアミノ酸が異なる。これらの差は，7500万年前に分岐した２系統において，共通祖先のもつ配列から互いに $\frac{17}{2}=8.5$ 個ずつ変化が蓄積することで生じていると考えられる。7500万年で平均8.5個の変化が起こっていることから，１個のアミノ酸が変化するのには，$\frac{7500\text{万}}{8.5}\fallingdotseq 882$ 万年となる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第40講　確認テスト

問１　④
問２　⑤
問３　③
問４　⑦

【解説】

問１　生物の分類は階層化されており，上位から下位にむけて，「界」，「門」，「綱」，「目」，「科」，「属」，「種」となっている。例えば，ヒトは，動物界脊椎動物門哺乳綱霊長目ヒト科ヒト属ヒトとなる。種名のヒトは和名であり，学名は*Homo sapines*である。

問２，３　近年，リボソームRNAの塩基配列の比較によって，現存の生物種を3つのドメインに分けるドメイン説が注目されている。ドメイン説によると，原核生物は細菌（バクテリア）ドメインと古細菌（アーキア）ドメインに分かれ，また植物，菌類，動物など真核生物はすべて真核生物ドメインに分類される。3ドメインのうち，細菌ドメインがもっとも古く分岐しており，その後，古細菌ドメインと真核生物ドメインが分岐したと考えられている。シアノバクテリアは細菌ドメインに属し，ゾウリムシは真核生物ドメインに属する。

問４　動物界に属する生物では，まず胚葉の分化のない海綿動物門が分岐する。海綿動物は胚葉の分化がないのに対して，クラゲなどの刺胞動物は外胚葉と内胚葉が分化する二胚葉動物であり，その他の動物はさらに中胚葉が分化する三胚葉動物である。三胚葉動物は，原口付近に肛門が形成される新口動物と，原口付近に口が形成される旧口動物に分かれる。新口動物はウニなどの棘皮動物，ホヤやナメクジウオの原索動物，魚類や哺乳類を含む脊椎動物に分けられる。また，旧口動物は，脱皮することで成長する脱皮動物と脱皮をしない環輪動物に分かれ，脱皮動物には線形動物（センチュウ）と節足動物が，環輪動物には，扁形動物（プラナリア），軟体動物（イカ），環形動物（ミミズ）が含まれる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。